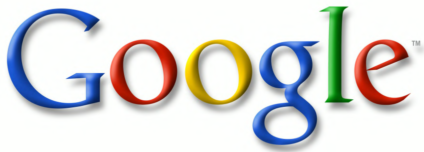
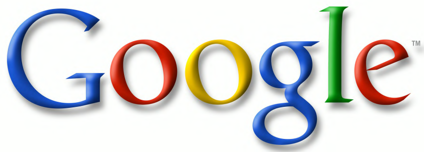
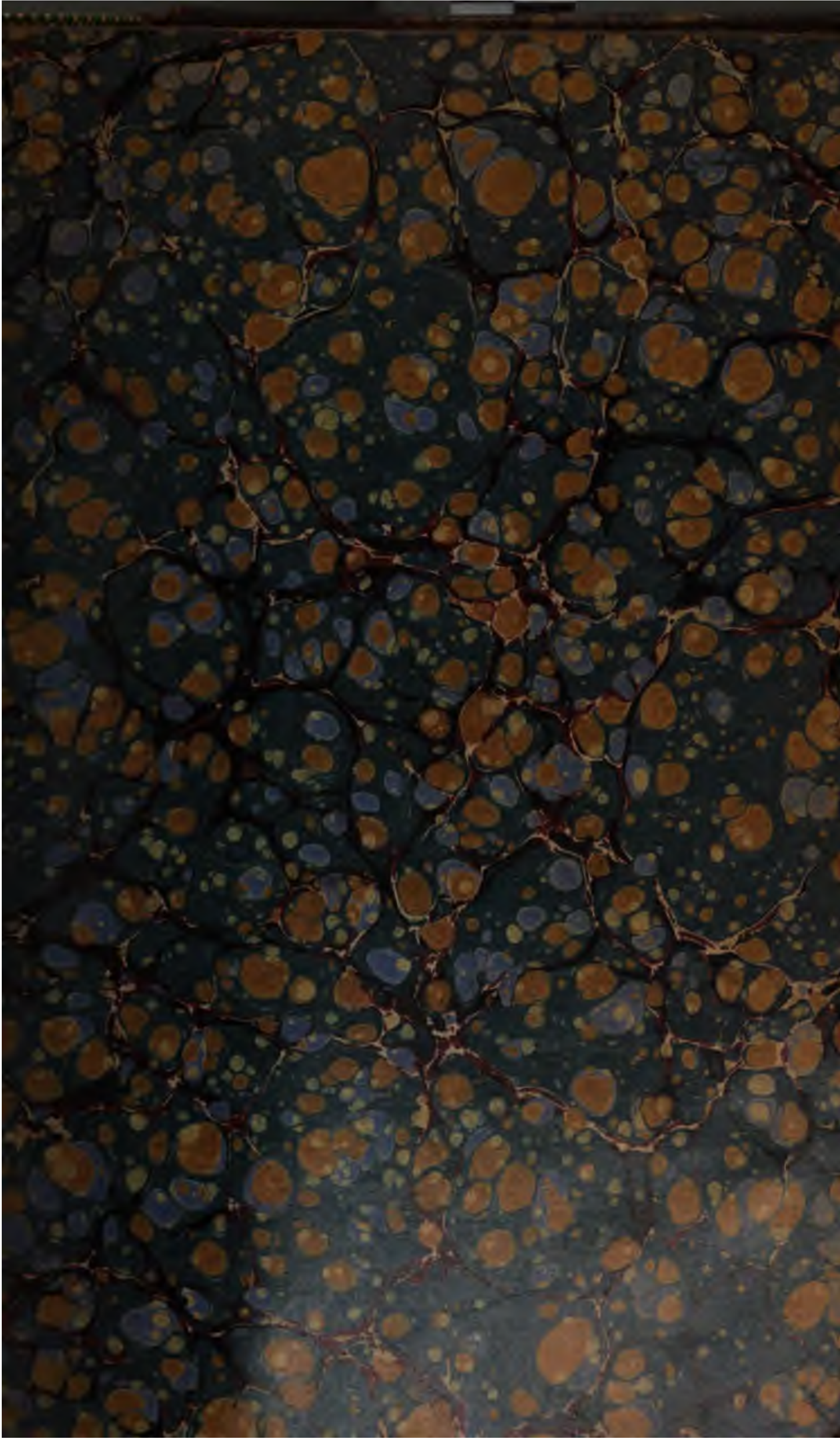










LEÇONS

SUR

LA PHYSIOLOGIE

ET

L'ANATOMIE COMPARÉE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX.

TOME QUATRIÈME.

Paris. — Imprimerie de L. MARTINET, rue Mignon, 2.

LEÇONS

SUR

LA PHYSIOLOGIE

ET

L'ANATOMIE COMPARÉE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX

FAITES A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

PAR

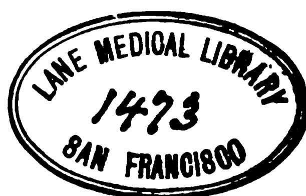
H. MILNE EDWARDS

O. L. H., C. L. N.

Doyen de la Faculté des sciences de Paris, Professeur au Muséum d'Histoire naturelle;
Membre de l'Institut (Académie des sciences);
des Sociétés royales de Londres et d'Édimbourg; des Académies
de Stockholm, de Saint-Pétersbourg, de Berlin, de Königsberg, de Copenhague, de Bruxelles,
de Vienne, de Turin et de Naples; de la Société Hollandaise des sciences;
de l'Académie Américaine;
De la Société des Naturalistes de Moscou;
des Sociétés Linnéenne et Zoologique de Londres; de l'Académie
des Sciences naturelles de Philadelphie; du Lycéum de New-York; des Sociétés d'Histoire naturelle
de Munich, Somerset, Montréal, l'île Maurice; des Sociétés Entomologiques
de France et de Londres; des Sociétés Ethnologiques d'Angleterre
et d'Amérique, de l'Institut historique du Brésil;
De l'Académie impériale de Médecine de Paris;
des Sociétés médicales d'Édimbourg, de Suède et de Bruges; de la Société des Pharmaciens
de l'Allemagne septentrionale;
Des Sociétés d'Agriculture de Paris, de New-York, d'Albany, etc.

TOME QUATRIÈME

4



PARIS

LIBRAIRIE DE VICTOR MASSON

PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE

M DCCC LIX

LEÇONS

SUR

LA PHYSIOLOGIE

ET

L'ANATOMIE COMPARÉE

DE L'HOMME ET DES ANIMAUX.

TRENTE ET UNIÈME LEÇON.

Suite de l'histoire de la circulation du sang. — Des mouvements du cœur et du mécanisme de son action.

§ 1. — Les faits dont j'ai rendu compte dans les précédentes Leçons suffisent pour nous donner une idée générale de la circulation du sang et de la route parcourue par ce liquide dans l'intérieur du corps de tous les êtres animés; mais lorsqu'on veut approfondir l'étude de ce phénomène important, il est nécessaire d'examiner de plus près le mécanisme des organes moteurs dont l'action détermine le courant irrigatoire. Pour les Animaux inférieurs, nous pouvons nous passer de la connaissance de ces détails; mais, pour l'histoire physiologique de l'Homme, ce complément d'instruction me paraît indispensable. Étude des mouvements du cœur.

L'étude des mouvements du cœur occupa les grands médecins de l'antiquité; Harvey y accorda aussi une attention sérieuse, et Haller la poursuivit dans une longue série d'expé-

riences sur des Animaux vivants. Mais c'est surtout depuis une trentaine d'années qu'elle a pris beaucoup d'importance, à raison des relations que les pathologistes ont découvertes entre ces phénomènes et certains signes à l'aide desquels on peut reconnaître l'existence de diverses maladies de l'appareil circulatoire (1). Malheureusement ces investigations offrent de grandes difficultés qui dépendent, soit de la complication des mouvements du cœur et de la rapidité avec laquelle ces mouvements se succèdent ; soit du trouble qui se manifeste dans les fonctions de cet organe, et d'autres accidents physiologiques qui se déclarent quand on ouvre largement le thorax pour mettre à découvert les parties dont il est nécessaire d'observer de près

(1) Les travaux de Harvey, de Senac, de Haller et de plusieurs physiologistes des XVIIe et XVIIIe siècles, avaient jeté beaucoup de lumière sur l'histoire des mouvements du cœur, lorsque les découvertes de Laënnec, relatives à l'auscultation (a), vinrent appeler de nouveau l'attention des médecins sur ce sujet, et devinrent le point de départ d'une série très nombreuse de recherches variées, qui aujourd'hui encore se poursuivent activement. Parmi les publications qui ont fourni des éléments utiles pour la solution des questions complexes soulevées par cette étude, je citerai d'abord celles de MM. Turner, Hope, Marc d'Espine, Magendie, et de diverses commissions instituées à Dublin et à Londres par « l'Association Britannique pour les progrès des sciences », et chargées de faire des expériences à ce sujet (b). M. Beau publia vers la même époque un travail considérable

(a) Laënnec, *Traité d'auscultation médiate et des maladies des poumons et du cœur*. Paris, 1819, 2 vol. in-8. — L'édition que je cite ici est la dernière publiée du vivant de l'auteur en 1826.

(b) Turner, *Observations on the Cause of the Sounds produced by the Heart* (*Trans. of the Med. Chirurg. Soc. of Edinburgh*, 1829, t. III, p. 205).

— Hope, *Experimental Researches on the Action of the Heart* (*Medical Gazette*, 1830). — *A Treatise on the Diseases of the Heart and Great Vessels*, 3e édit., 1839, p. 9 et suiv.

— Marc d'Espine, *Recherches expérimentales sur quelques-unes des bases qui doivent servir au diagnostic des maladies du cœur et de la circulation* (*Archiv. gén. de méd.*, 1831, t. XXVII, p. 145).

— Magendie, *Mém. sur l'origine des bruits normaux du cœur* (*Mém. de l'Acad. des sciences*, tome XIV).

— Adams, Law, Greene, etc., *Report on the Motions and Sounds of the Heart, by the Dublin Sub-Committee of the Medical Section* (5th *Report of the British Association for the Advancement of Science*, 1835, p. 243).

— Macartney, Adams, etc., *Second Report of the Dublin Sub-Committee* (6th *Rep. of the Brit. Assoc.*, 1836, p. 275).

— Williams, Todd et Clendinning, *Rep. of the London Sub-Committee on the Motions and Sounds of the Heart* (*Brit. Assoc.*, 1836, p. 261).

— Clendinning, *Report on the Motions and Sounds of the Heart* (*Brit. Assoc.*, 1840, p. 163).

— Voyez aussi Pennock, *Report of Experiments on the Action of the Heart* (*American Journal of Medical Science*, 1839, p. 29 et 115).

le jeu normal. Aussi, malgré les recherches multipliées entreprises de toutes parts à ce sujet, reste-t-il beaucoup d'incertitude sur plusieurs points fondamentaux, et les auteurs sont-ils très partagés d'opinion quant à l'interprétation des faits observés. Je n'entreprendrai donc pas l'examen de toutes les questions d'un intérêt purement médical qui se rattachent à l'histoire des mouvements du cœur, et je m'appliquerai seulement à l'étude des phénomènes principaux que le physiologiste ne doit pas ignorer.

Alternance des mouvements des oreillettes et des ventricules.

§ 2. — Nous savons que le cours du sang dépend des contractions du cœur, et les expériences de Harvey, dont j'ai déjà rendu brièvement compte, nous ont appris que ces contractions périodiques se font alternativement dans les ventricules et les oreillettes. Pour s'en convaincre, il suffit de mettre à découvert le cœur d'une Grenouille vivante, ainsi que Haller et ses nombreux successeurs l'ont fait souvent. En effet, on voit alors que la portion inférieure de cet organe se gonfle et rougit, pendant que sa portion supérieure se resserre, puis qu'elle se contracte à son tour, et qu'en même temps les oreillettes situées au-dessus se dilatent. Plusieurs physiologistes ont pu constater également cette alternance dans les mouvements des deux étages du cœur

sur les mouvements du cœur et sur les bruits qui les accompagnent; mais la théorie nouvelle qu'il en donna ne me paraît pas admissible (*a*). Enfin, je signalerai encore les recherches de MM. Surmay, et surtout les expériences récentes de MM. Chauveau et Faivre, dont les résultats sont remarquablement nets (*b*).

Pour l'historique de ces travaux, on peut consulter un article inséré dans le journal *l'Expérience*, par M. Beaugrand, et l'ouvrage sur l'auscultation par MM. Barth et Roger (*c*).

(*a*) Beau, *Recherches sur les mouvements du cœur* (*Archives générales de médecine*, 1835, 2ᵉ série, t. IX, p. 389). — *Traité expérimental et clinique d'auscultation appliquée à l'étude des maladies du poumon et du cœur*, 1856, in-8.

(*b*) Surmay, *Rech. sur les mouvements et les bruits du cœur* (*Gazette médicale*, 1852, 3ᵉ série, t. VII, p. 653).

— Chauveau et Faivre, *Nouv. rech. expérim. sur les mouvements et les bruits normaux du cœur* (extrait de la *Gazette médicale*, 1856).

(*c*) Beaugrand, *Remarques historiques accompagnant la traduction d'un mémoire sur les mouvements et les bruits du cœur*, par Pennock et Moore (*l'Expérience*, 1842, t. X, p. 129).

— Barth et Roger, *Traité pratique d'auscultation*, 4ᵉ édit., 1854.

dans l'espèce humaine. L'occasion leur en a été fournie par des cas de vice de conformation dans lesquels les parois du thorax étaient restées incomplètes, et le cœur se trouvait presque à nu ou faisait même saillie au dehors. C'est un phénomène constant dans toutes les classes d'Animaux vertébrés; mais il est à noter que le plus ordinairement la systole des oreillettes ne se déclare pas au milieu de l'intervalle compris entre deux contractions des ventricules. Chez l'Homme et chez les Animaux qui s'en rapprochent le plus par leur organisation, elle est suivie presque immédiatement par la systole ventriculaire, et un temps de repos sépare ces deux mouvements d'une nouvelle série de contractions (1).

A l'aide de ces observations faites sur l'Homme, et d'une multitude d'expériences faites sur divers Mammifères ainsi que sur des Oiseaux, il a été facile de reconnaître aussi que chacun

(1) Une alternance régulière des deux systoles sans temps de repos, après l'une ou l'autre, a été observée par M. Cruveilhier, chez un enfant nouveau-né dont le cœur était à découvert hors de la poitrine (*a*); mais, dans un autre cas analogue, décrit par un médecin américain (M. Robinson), la systole ventriculaire succédait si rapidement à la contraction des oreillettes, qu'on ne pouvait l'en distinguer, et la diastole de ces derniers réservoirs précédait à peine celle des ventricules, de façon que toutes les parties du cœur paraissaient se contracter et se dilater en même temps (*b*). Au contraire, dans un cas d'ectopie du cœur semblable aux précédents et observé par M. Follin, les deux systoles se suivaient presque immédiatement, mais étaient séparées par un petit intervalle (*c*).

Les dissidences d'opinions qui existent au sujet de la succession plus ou moins rapide des deux systoles (auriculaire et ventriculaire) me paraissent dépendre d'une certaine variabilité dans le rhythme de ces mouvements et des conclusions trop générales que chaque auteur a tirées d'un petit nombre d'observations particulières.

Ainsi Haller et la plupart des expérimentateurs qui ont étudié les mouvements du cœur de la Grenouille y ont distingué un certain intervalle entre la contraction des oreillettes et

(*a*) Cruveilhier, *Note sur les mouvements et les bruits du cœur* (*Gazette médicale*, 1841, t. IX, p. 497).

(*b*) Robinson, *A Case of Malformation with Remarks on the Circulation of the Blood* (*American Journal of Medical Science*, 1832, vol. XI, p. 346).

(*c*) Follin, *Sur une ectopie du cœur* (*Arch. gén. de méd.*, 1850, 4ᵉ série, t. XXIV, p. 101).

de ces mouvements a lieu en même temps, soit dans les deux ventricules, soit dans les deux oreillettes. Du reste, la structure anatomique du cœur nous aurait permis de prévoir qu'il devait en être ainsi, car nous avons déjà vu que les fibres musculaires dont se compose la couche superficielle dans chacun des deux étages du cœur s'étendent sur les deux moitiés de cet organe, et embrassent, par conséquent, à la fois, d'une part les deux oreillettes, d'autre part les deux ventricules (1).

Diastole.

Lorsque les oreillettes, après leur mouvement de systole commun, retombent dans l'état de repos, leurs parois deviennent flasques, et leur cavité commence aussitôt à se remplir de nouveau. Leur diastole s'accomplit graduellement, et avant qu'elle se soit achevée, le sang commence à s'en écouler

celle des ventricules (*a*). Un temps d'arrêt entre ces deux systoles a été remarqué aussi chez le Chat (*b*) et chez le Rat (*c*).

Chez le Chien, au contraire, la contraction des ventricules succède si rapidement à celle des oreillettes, qu'elle semble en être la continuation, et que l'ensemble de ces mouvements a été comparé à une ondulation progressive se dirigeant de haut en bas (*d*).

Chez l'Ane, la systole ventriculaire succède immédiatement à celle des oreillettes (*e*).

En général, il en est de même chez le Cheval; mais MM. Chauveau et Faivre ont constaté à cet égard des variations assez grandes, suivant les conditions dans lesquelles se trouvait l'Animal au moment de l'observation (*f*).

Nous reviendrons sur ce sujet dans une autre partie de cette Leçon.

(1) Voyez tome III, p. 488.

La coïncidence des contractions dans les deux réservoirs appartenant au même étage du cœur a été bien constatée par Harvey, contrairement à l'opinion de Bauhin et de Riolan, qui avaient cru pouvoir distinguer quatre contractions successives, savoir : une dans chaque oreillette et une dans chaque ventricule (*g*).

(*a*) Haller, *Sur les mouvements du cœur* (*Mém. sur la nature sensible et irritable des parties du corps humain*, t. I, p. 237, 379, etc.).
— Barth et Roger, *Traité pratique d'auscultation*, p. 373.
(*b*) Haller, *Op. cit.*, p. 343.
(*c*) Idem, *ibid.*, p. 359.
(*d*) Clendinning, *Report of the London Committee* (*Brit. Associat.*, 1836).
— Barth et Roger, *Op. cit.*, p. 376.
(*e*) Hope, *Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 15.
— Clendinning, *Op. cit.* (*Brit. Associat.*, 1836, p. 183).
(*f*) Chauveau et Faivre, *Op. cit.*, p. 15 et suiv.
(*g*) Harvey, *Exercit. anat. de motu cordis*, cap. IV, p. 16.

pour occuper les ventricules situés au-dessous. En effet, ces réservoirs s'étant relâchés, rien ne s'oppose à l'entrée du sang dans leur intérieur, et les forces qui déterminent le remplissage des oreillettes suffiraient à elles seules pour amener ce résultat; mais il est une autre circonstance qui contribue aussi à faciliter l'entrée du liquide dans l'étage inférieur du cœur, c'est la tendance naturelle des parois des cavités ventriculaires à s'écarter après que la contraction dont elles ont été le siége vient à cesser. Une fibre musculaire qui est en repos ne reste pas raccourcie comme elle l'est pendant sa contraction, et lorsque le mouvement de systole qui a rapproché les parois des ventricules de façon à effacer plus ou moins complétement les cavités qu'elles circonscrivent vient à cesser, l'élasticité dont leur tissu est doué les porte à s'écarter de nouveau. Ainsi, quand le cœur est dans son état de repos, il n'est pas affaissé sur lui-même, comme le serait un sac vide, mais les cavités ventriculaires restent plus ou moins béantes. Or la force qui détermine le retour de ces réservoirs à leur grandeur normale doit tendre à attirer dans leur intérieur le sang contenu dans les réservoirs avec lesquels ces cavités sont en communication. La force aspirante développée de la sorte est très faible ; mais elle doit contribuer à produire ce que j'appellerai la première période de la diastole ventriculaire (1).

J'ajouterai encore que chez l'Homme et les autres Mammi-

(1) L'importance de cette dilatation passive des ventricules dans le mécanisme de la circulation a été singulièrement exagérée par quelques auteurs, tels que Zugenbuhler et Schubarth (*a*), qui, sans se fonder sur l'expérience, ont cru pouvoir expliquer de la sorte la progression du sang vers le cœur (*b*). Carus, en combattant ces hypothèses, est tombé dans un excès contraire (*c*), et la plupart des physiologistes de l'époque actuelle ré-

(*a*) Zugenbuhler, *Dissertatio de motu sanguinis per venas* (*Journal général de médecine*, 1815, t. LIII, p. 121).

— Schubarth, *Physiologische Erörterung der Wirkung des Herzens und der Gefässe, beim Zurückbringen des Blutes aus den Organen zum Herzen*. — *Nachschrift* von Gilbert (*Annalen der Physik*, 1817, t. LVII, p. 55 et 105).

(*b*) Carus, *Ueber den Blutlauf* (Meckel's *Deutsch. Archiv für Physiol.*, 1818, t. IV, p. 413).

(*c*) Voyez Müller, t. I, p. 175.

grandissement des cavités du cœur, et par conséquent
on aspiratrice, est sollicité par la disposition des parties

n doute l'existence de tout
it aspiratoire de ce genre. Il
t que la force déployée de
e saurait être que très fai-
Il me paraît également indu-
e le cœur, après avoir été
tend à reprendre un certain
itation, et doit exercer ainsi
: de succion sur le liquide
ıns les veines qui y débou-
'appui de cette opinion, je
: expérience de Wedemeyer
'.
on, dont la petite branche
ıvec un tube de caoutchouc
grande branche plongeait
ent dans un bain, fut fixé
rémité opposée dans l'inté-
la veine jugulaire d'un
chaque battement du cœur,
'a de quelques centimètres
espèce de manomètre;
première période de l'ex-
s mouvements respiratoires
ıvements du cœur coïnci-
ar conséquent l'ascension
au-dessus du niveau du
it être attribuée à la dilata-
orax; mais bientôt ce syn-
cessa, et l'on vit alors que
in était attirée vers le cœur
liastole de cet organe (*a*).
preuve de l'intervention
ıine force aspirante dépen-
élasticité des parois ventri-culaires, je citerai les résultats obtenus par divers physiologistes qui, après avoir excisé un cœur palpitant, plongèrent cet organe dans un vase rempli d'eau. Le cœur continue à battre pendant quelque temps et le jet qui en sort devient de moins en moins coloré, puis ne consiste qu'en de l'eau à peine sanguinolente. Donc de l'eau s'introduit dans les ventricules à chaque diastole, et si les parois de ces cavités ne s'écartaient pas spontanément après la cessation de la systole, et en s'écartant ainsi n'appelaient le liquide circonvoisin dans leur intérieur, cette introduction n'aurait pas lieu. Cette expérience, faite il y a fort longtemps sur le cœur d'une Tortue, par J. Johnson (*b*), a été pratiquée dernièrement sur d'autres Animaux par M. Chassaignac (*c*) et modifiée d'une manière heureuse par M. Fink (*d*). Ce dernier adapte à l'artère aorte un tube vertical en guise de manomètre, et maintient ouvert l'orifice veineux de l'oreillette gauche à l'aide d'un tronçon de tube; il plonge ensuite le cœur, ainsi préparé, dans un bain, de façon à ne laisser dépasser que le tube vertical, et, à l'aide de la main, il comprime le cœur, puis abandonne cet organe à lui-même alternativement. A chaque compression l'eau monte dans le tube aortique et s'y maintient à raison du jeu des val-

ıeyer, *Untersuch. über den Kreislauf*, 1828.
Vilson Philip, *Some Observations relating to the Powers of Circulation* (*Trans. of hirurg. Soc.*, 1823, t. XII, p. 397).
lérard, *Des signes stéthoscopiques du rétrécissement de l'orifice auriculo-ventriculaire e méd.*, 1854, t. III, 191).
k, *Bemerkungen über einige Versuche zur Erläuterung der Mechanik des Herzens). für Anat. und Physiol.*, 1849, p. 283).

dont cet organe est entouré. Nous avons vu qu'il est placé entre les deux poumons, et que le tissu de ceux-ci, à raison de son élasticité, tend à se resserrer, et tire, en quelque sorte, sur les parois de la cavité thoracique. Or, cette traction qui fait

vules sigmoïdes. Quand la pression exercée sur le cœur vient à cesser, cet organe, en revenant à son état normal, dilate ses ventricules, et ceux-ci se remplissent, de sorte que l'espèce de pompe ainsi constituée se trouve chargée de nouveau, et en recommençant souvent les mêmes manœuvres, on parvient à élever l'eau à une certaine hauteur dans le tube qui surmonte l'aorte. M. Fink a fait une autre expérience qui, au premier abord, peut paraître en opposition avec les conséquences tirées des faits précédents, mais qui, en réalité, n'a aucune portée. Il adapta à l'entrée de l'oreillette un tube recourbé en U et contenant de l'eau : le cœur battait avec force, mais le niveau du liquide resta le même dans les deux branches de l'instrument. Cet auteur paraît disposé à en conclure que dans l'état physiologique les parois ventriculaires ne jouissent pas de l'élasticité dont il avait constaté les effets sur le cadavre ; mais le résultat négatif de cette expérience s'explique parfaitement par la flaccidité des parois de l'oreillette qui, suivant toute apparence, suivaient les mouvements déterminés par la diastole du ventricule, au lieu de transmettre la succion de celui-ci au tube manométrique. Pour juger de l'élasticité des parois du ventricule, il aurait fallu mettre le manomètre directement en continuité avec sa cavité.

Je ferai remarquer aussi qu'il ne faut pas confondre cette action due seulement à l'élasticité des parois ventriculaires avec la dilatation spontanée du cœur, que les anciens physiologistes attribuaient à la contraction d'une portion des fibres musculaires de cet organe (a). Galien et beaucoup de ses successeurs supposaient que la diastole ventriculaire, de même que la systole, était le résultat du raccourcissement de certaines fibres charnues (b). On trouve une opinion analogue dans les écrits de Bichat (c), et cette hypothèse a été même reproduite de nos jours (d), mais cependant elle avait été complétement réfutée, vers le milieu du siècle dernier, par les travaux de Haller. En effet, les expériences de ce grand physiologiste, dont je rapporterai ici les paroles, firent voir que « le relâchement du cœur n'est pas l'action naturelle d'un plan ou d'une partie de ses fibres ; car le cœur, en repos ou privé de vie, demeure dans le même état où il s'est mis dans sa diastole. Aucun muscle n'agit dans cet état

(a) Galien, *De l'utilité des parties* (Œuvres, trad. de Daremberg, t. I, p. 402 et suiv.).

(b) Par exemple, Pechlin, Perrault et Hamberger (voyez Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 386).

(c) Bichat, *Anatomie générale*, t. II, p. 467 (édit. de 1818).

(d) Filhos, *Inductions pratiques et physiologiques* (Thèse, Paris, 1833, p. 8).

— Chériel, *Considérations sur la structure, les mouvements et les bruits du cœur* (Thèse, Paris, 1841, p. 14).

remonter le diaphragme en forme de voûte, et qui contribue puissamment à chasser l'air des poumons au moment de l'expiration (1), doit agir aussi sur les deux surfaces de la chambre

» de mort, et la disposition du cœur » qui domine dans la diastole n'a » donc pas besoin de muscle pour » naître (*a*). »

Les preuves de l'absence de tout phénomène de contraction musculaire pendant la diastole du cœur sont fournies par l'observation directe des fibres de cet organe chez des Animaux vivants (*b*). Dans la plupart des ouvrages élémentaires de physiologie, on cite aussi comme démonstration de l'état passif des ventricules pendant la diastole une expérience faite par Oesterreicher. Elle consiste à exciser le cœur d'une Grenouille vivante et à placer sur cet organe un corps assez lourd pour le déprimer, mais assez petit pour ne pas le cacher. On voit alors que le poids est soulevé pendant la systole, mais ne bouge pas durant la diastole, et l'on en a conclu que ce dernier phénomène n'est accompagné d'aucune contraction musculaire appréciable (*c*). Il est cependant à remarquer que le même résultat se produirait si la diastole était accompagnée dans l'état normal d'une action musculaire, mais que cette action était trop faible pour vaincre la résistance développée par le poids dont le cœur était chargé. Par conséquent, cette expérience ne fournit pas la preuve du fait qu'elle est destinée à établir.

Quelques physiologistes supposent que la dilatation des cavités ventriculaires qui succède à l'état de contraction des fibres charnues de ces organes n'est pas due uniquement à l'élasticité de leur tissu, mais pourrait bien dépendre d'une force analogue à celle qui détermine le raccourcissement de ces fibres et qui agirait en sens contraire, de façon à repousser les particules constitutives de ces mêmes fibres et à les allonger (*d*). Dans l'état actuel de la science, il n'y a cependant rien qui nous semble propre à appuyer cette hypothèse.

J'ajouterai encore que, suivant M. Beau, les parois du cœur seraient pendant la vie trop flasques pour pouvoir se tenir écartés, lorsque leurs fibres sont dans l'état de repos, et que si la cavité des ventricules ne s'efface pas après la mort, cela dépend seulement du phénomène bien connu sous le nom de rigidité cadavérique (*e*); mais cette rigidité, comme nous le verrons plus tard, est un état transitoire qui ne dure que quelques heures, et la disposition des cavités ventriculaires due à l'élasticité du tissu dont leurs parois sont formées persiste après que ce phénomène a cessé, et d'ailleurs les expériences rapportées ci-dessus me semblent prouver que cette propriété existe durant la vie aussi bien qu'après la mort.

(1) Voyez tome II, page 425.

(*a*) Haller, *Mém. sur la nature sensible et irritable des parties du corps humain*, t. I, p. 392.
(*b*) Voyez tome II, page 488.
(*c*) Oesterreicher, *Versuch einer Darstellung der Lehre vom Kreislauf*, 1826, p. 33.
(*d*) Carpenter, *Principles of Human Physiology*, 1853, p. 478.
(*e*) Beau, *Traité expérimental et clinique d'auscultation*, 1856, p. 254.

cardiaque formée par le médiastin, et par l'intermédiaire de celui-ci, doit tendre à écarter les parois du cœur. Quand ce dernier organe se contracte, aucun vide ne peut se faire entre sa surface externe et les parois de la cavité qui le renferme, ni entre ces parois et la surface adjacente des poumons : celle-ci doit suivre le mouvement comme elle suit le diaphragme lors de la contraction de ce muscle ; mais quand la force à laquelle le tissu élastique a cédé vient à cesser son action, ce tissu doit revenir sur lui-même, et entraîner à son tour les parois des cavités du cœur. Dans l'état de repos, la capacité de ces cavités doit être par conséquent plus considérable qu'au moment de la contraction, et cette augmentation de capacité doit être accompagnée de l'afflux d'une quantité correspondante de sang dans leur intérieur. La force déployée par le tissu élastique des poumons vient donc s'ajouter à la force élastique propre aux parois des ventricules pour dilater la cavité de ces pompes physiologiques dès que leur contraction a cessé (1).

Mais la diastole des ventricules ne dépend pas seulement des causes qui font affluer le sang dans le cœur, en l'attirant, en quelque sorte, dans ces réservoirs inférieurs ; le chargement de ceux-ci est complété par l'intervention active des oreillettes, et on les voit se distendre sous l'influence du liquide que ces

(1) Voyez, à ce sujet, les remarques de Purkinje et de M. Bérard (a). Le premier de ces physiologistes pense que le jeu des valvules auriculo-ventriculaires doit contribuer aussi à produire une aspiration dans les oreillettes. En effet, pendant la systole ventriculaire, ces soupapes, réunies en forme d'entonnoir, forment en quelque sorte le plancher de ces réservoirs, et M. Purkinje pense que, par suite de la contraction des muscles papillaires du cœur, ils sont tirés en bas, de façon à agrandir cette espèce d'entonnoir lorsque la diastole commence (b) ; mais, ainsi que nous le verrons bientôt, les muscles papillaires ne paraissent pas remplir ce rôle.

(a) Bérard, *Cours de physiologie*, t. III, p. 611.
(b) Purkinje, *Ueber die Saugkraft des Herzens* (*Uebersicht der Arbeiten der Schlessichen Gesellschaft für Vaterländische Kultur*, 1843, p. 157).

derniers organes, en se contractant, lancent dans leur intérieur.

Systole des oreillettes

La systole des oreillettes, qui se fait d'une manière brusque, et qui commence dans les appendices auriculaires pour se propager ensuite dans les sinus, n'est pas très énergique; mais dans les circonstances ordinaires, la pression exercée par la contraction des parois de ces réservoirs est assez puissante pour expulser une partie notable du sang qui s'y trouve renfermé. Une portion du liquide mis ainsi en mouvement rentre dans les veines afférentes au cœur, car l'embouchure de ces vaisseaux n'est pas garnie de soupapes capables de s'opposer à ce reflux (1), mais la contraction des fibres musculaires dont ces orifices sont entourés (2), et la pression exercée par la colonne de sang

(1) La valvule d'Eustachi, que nous avons vue à l'embouchure de la veine cave inférieure (*a*), garnit seulement la moitié ou les deux tiers antérieurs de la circonférence de cet orifice, et ne saurait empêcher le reflux du sang. La veine cave supérieure est complétement dépourvue de valvules. Lower croyait que le passage du sang de ce vaisseau dans la veine cave inférieure était empêché par un tubercule situé entre leurs orifices, et Vieussens attribuait des usages analogues au bord supérieur et antérieur de la fosse ovale, qui est épaisse et saillante. Mais le tubercule de Lower n'existe réellement pas, et ce qui empêche le sang apporté par la veine cave supérieure de pénétrer dans la veine cave inférieure, au lieu d'être versé dans l'oreillette, c'est la direction des embouchures de ces deux vaisseaux (*b*).

(2) La contraction des fibres musculaires dont les parois des oreillettes sont garnies ne tend pas à diminuer la grandeur des orifices ventriculaires; mais, ainsi que nous l'avons déjà vu, divers faisceaux de ces fibres sont disposés en manière de sphincter autour de l'embouchure des grosses veines (*c*), et, au moment où ces réservoirs se contractent, le raccourcissement de ces dernières fibres doit déterminer un certain rétrécissement dans ces ouvertures. M. Parchappe a insisté avec raison sur ce fait (*d*), et il est à noter que chez divers animaux, la Grenouille, par exemple, la contraction des fibres musculaires de la portion terminale des veines caves est très énergique et commence avec la systole des oreillettes.

(*a*) Voyez tome III, page 507.

(*b*) Voyez Senac, *Traité de la structure du cœur*, t. I, p. 215.
— Retzius, *Einige Bemerkungen über die Scheidewand des Herzens beim Menschen, mit besonderer Rücksicht auf das Sogenannte tuberculum Loweri* (Müller's *Archiv für Anat.*, 1835, p. 161).

(*c*) Voyez tome III, page 573.

(*d*) Parchappe, *Du cœur, de sa structure et de ses mouvements*, p. 124.

qui arrive aux oreillettes sont des obstacles considérables à l'établissement d'un courant en ce sens ; par conséquent, c'est principalement par l'autre ouverture ménagée dans les parois de chaque oreillette que la sortie s'en effectue. Ces pompes foulantes lancent donc dans les ventricules un jet de sang chaque fois qu'elles se contractent, et la pression exercée par ce jet sur les parois des ventricules en achève la distension.

Quand la circulation est embarrassée, ainsi que cela a souvent lieu dans les expériences de vivisection, il arrive parfois que les oreillettes se trouvent distendues au point de ne pouvoir plus se contracter (1), et cette circonstance a induit quelques auteurs à penser que ces réservoirs ne remplissent aucun rôle actif dans le jeu du cœur (2); mais, dans l'état normal, il en est tout autrement, et, pour mettre en évidence leur influence sur le cours du sang, il me suffira de citer une expérience faite il y a plus de deux cents ans par Harvey. Ce physiologiste remarqua que chez les Animaux dont le thorax a été ouvert, et dont les mouvements du cœur sont près de s'éteindre, les ventricules

(1) Quand par une circonstance quelconque les oreillettes se trouvent très distendues, elles ne peuvent plus se contracter. Cela se voit très bien chez la Grenouille, quand on insuffle par la veine cave quelques bulles d'air dans ces organes sans en envoyer dans le ventricule, qui continue à battre (*a*). La même chose arrive quand ces réservoirs sont trop remplis de sang, et dans ce cas on voit souvent leurs contractions se rétablir dès qu'à l'aide d'une petite ponction on a déterminé la sortie d'une certaine quantité de liquide.

(2) Cette inertie s'est produite dans les expériences de M. Marc d'Espine, par exemple, et a porté cet auteur à considérer les oreillettes comme étant des réservoirs passifs seulement (*b*). Les observations de M. Bouillaud ont conduit ce médecin à un résultat analogue (*c*). La contraction des oreillettes était aussi très peu marquée dans les expériences de M. Surmay sur des Cabiais (*d*).

(*a*) A. Moreau, *Note sur les mouvements du cœur* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1856, p. 207).

(*b*) D'Espine, *Recherches expérimentales sur quelques-unes des bases qui doivent servir au diagnostic des maladies du cœur et de la circulation* (*Arch. gén. de méd.*, 1831, t. XXVII, p. 156).

(*c*) Bouillaud, *Traité clinique des maladies du cœur*, t. I, p. 88.

(*d*) Surmay, *Recherches sur les mouvements et les bruits normaux du cœur* (*Gazette médicale*, 1852, 3e série, t. VII, p. 655).

cessent de se contracter avant que les oreillettes soient devenues inertes, et qu'alors, non-seulement on peut distinguer encore dans les ventricules des battements dus à l'afflux du sang lancé dans leur intérieur par chaque systole des oreillettes, mais on en voit sortir un jet à chacun de ces mouvements, si d'un coup de ciseau on enlève le sommet du cœur (1).

L'importance de ce phénomène dans le mécanisme de la circulation a cependant été exagérée par les physiologistes qui attribuent exclusivement à la contraction des oreillettes l'afflux du sang dans les ventricules et la diastole de ces derniers réservoirs. Il y a entre chaque systole ventriculaire et la systole auriculaire suivante un temps de repos (2) pendant lequel l'étage inférieur du cœur ne reste pas contracté, mais se trouve dans

(1) Cette observation de Harvey (*a*) a été répétée par divers physiologistes. Ainsi, dans une des expériences faites par M. Clendinning et ses collaborateurs sur des Anes, le cours du sang a continué après que les ventricules eurent cessé de se contracter et que les mouvements de systole furent limités aux oreillettes (*b*).

C'est aussi par l'influence de la contraction de ces derniers réservoirs qu'on peut se rendre compte de la persistance de la circulation dans certains cas pathologiques où les ventricules étaient devenus impropres à remplir leurs fonctions ordinaires : par exemple, chez un Homme dont l'autopsie a été faite par Allen Burns, et a montré que les ventricules devaient avoir été depuis longtemps tout à fait rigides, car leur surface était complétement recouverte par un tissu osseux adventif (*c*).

Le rôle actif des oreillettes est également mis en évidence par diverses expériences dans lesquelles on a introduit l'extrémité effilée d'un tube de verre dans la cavité d'un de ces réservoirs, et l'on a observé les mouvements de la colonne de sang qui s'élevait dans cet instrument lors de chaque systole auriculaire. Plusieurs faits de cet ordre sont décrits par la commission des médecins de Dublin (*d*).

M. Hope évalue à un tiers la diminution de volume qui se manifeste dans les oreillettes pendant leur systole chez l'Ane (*e*).

(2) Quelques anciens auteurs désignaient cette période de repos sous le nom de *périsystole* (*f*).

(*a*) Harvey, *Exercit. anat. de motu cordis et sanguinis*, cap. IV, p. 26 (édit. de 1628).
(*b*) Clendinning, *Op. cit.* (*Brit. Associat.*, 1840, p. 185).
(*c*) Voyez Reid, *Heart* (Todd's *Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. II, p. 603).
(*d*) *Report of the Dublin Sub-Committee* (*Brit. Associat.*, 1835, Dublin, p. 244).
(*e*) Hope, *Op. cit.*, p. 18.
(*f*) Riolan, *Anthropographie* (*Œuvres anatomiques*, t. I, p. 556).

un état de relâchement, et se remplit en partie du sang qui s'écoule par les orifices auriculo-ventriculaires devenus libres par l'abaissement de leurs valvules (1).

Systole des ventricules.

§ 3. — Lorsque les parois des ventricules sont stimulées par l'entrée de la charge complémentaire du sang dans ces cavités, leurs fibres musculaires se contractent à leur tour, et la systole qui s'effectue alors est bien plus énergique que celle

(1) La théorie des mouvements du cœur, présentée il y a quelques années par M. Beau, repose principalement sur la supposition que le jet de sang lancé par les oreillettes dans les ventricules arrive dans ceux-ci non pas d'une manière successive, mais en masse, de façon à les dilater brusquement et à produire les mouvements de locomotion dont nous aurons bientôt à nous occuper. Mais pour qu'il en fût ainsi, il faudrait que les ventricules restassent vides pendant la diastole des oreillettes ; et effectivement M. Beau admet que les choses se passent de la sorte, et il attribue cet état de resserrement des ventricules après la cessation de leur contraction musculaire à un phénomène de tonicité musculaire (*a*). Or la plupart des physiologistes qui ont fait des expériences sur le jeu du cœur, chez les Animaux vivants, s'accordent à dire que pendant le repos de cet organe les ventricules ne sont pas resserrés et vides, mais au contraire dans un état de relâchement, et se remplissent peu à peu de sang, quoique ce liquide ne les distende pas comme au moment de la systole auriculaire (*b*).

L'entrée du sang dans les ventricules, pendant la diastole des oreillettes, a été mise en évidence par diverses expériences faites sur des Animaux vivants. Ainsi, quand sur un grand Mammifère on fait la résection de la pointe du cœur, on voit le sang s'écouler d'une manière continue des ventricules pendant l'intervalle des systoles auriculaires, et le jet augmenter seulement au moment où ces mouvements de contraction se produisent (*c*). J'ai souvent observé ce phénomène.

(*a*) Beau, *Traité d'auscultation*, p. 220, etc.

(*b*) Voyez :

— Hope, *A Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 16.

— Adams, Law, Greene, etc., *Report on the Motions and Sounds of the Heart by the Dublin Sub-Committee of the Medical Section* (*British Associat. for the Advancem. of Sciences*, Dublin, 1835, p. 248).

— Wachsmuth, *Ueber die Function der Vorkammern des Herzens* (*Zeitschrift für ration. Med.*, 1854, 2e série, t. IV, p. 182).

— Pennock et Moore, *Mém. sur les mouvements et les bruits du cœur* (*l'Expérience*, 1842, t. X, p. 177).

— Surmay, *Recherches sur les mouvements et les bruits du cœur* (*Gazette médicale*, 1852, p. 655).

— Chauveau et Faivre, *Nouvelles recherches expérimentales sur les mouvements et les bruits du cœur*, p. 25.

(*c*) Voyez Clendinning, *Op. cit.* (*Report of the Brit. Associat.*, Glasgow, 1840, p. 179).

des oreillettes. Elle s'opère aussi d'une manière plus lente, et elle commence vers le sommet du cœur pour se propager ensuite vers la base de cet organe. Enfin elle détermine une diminution notable dans le volume des ventricules, et elle est accompagnée de certains changements dans la forme et dans la position de ces réservoirs, dont l'étude a beaucoup occupé l'attention des physiologistes et a fait naître des opinions très divergentes.

Chacun sait que les mouvements du cœur se font sentir au dehors de la poitrine et produisent vers le niveau du cinquième espace intercostal des battements plus ou moins intenses, c'est-à-dire dans un point correspondant à la partie inférieure de cet organe. Nous avons vu que pendant la diastole des ventricules ceux-ci se gonflent, et, en y regardant de près, on voit qu'ils s'allongent en même temps qu'ils s'élargissent. Au premier abord, il était donc naturel de supposer que le choc du cœur contre la paroi antérieure du thorax devait dépendre de la diastole ventriculaire, et quelques physiologistes de nos jours expliquent encore de la sorte ce phénomène. Mais Harvey, en mettant à découvert le cœur chez divers Animaux vivants, reconnut que les choses ne se passent pas de la sorte; que la pointe du cœur s'abaisse et s'éloigne du sternum pendant la réplétion des ventricules, tandis qu'il se redresse et se porte en avant au moment où la systole ventriculaire le rend rigide (1). Un cas pathologique extrêmement rare lui permit même de constater la coïncidence des mouvements de contraction des ventricules et d'impulsion du cœur en avant chez l'Homme adulte.

Choc du cœur.

Le fils d'un des seigneurs de la cour du roi d'Angleterre Charles Ier, le vicomte de Montgomery, reçut pendant son

(1) La rigidité des fibres musculaires de la portion ventriculaire du cœur, au moment de leur contraction, est toujours facile à reconnaître au toucher et fournit le meilleur caractère pour la constatation de l'état de systole.

enfance une blessure grave à la poitrine : les côtes du côté gauche furent brisées et le thorax largement ouvert ; cependant cet accident ne fut pas mortel, et le malade recouvra la santé, mais la plaie se cicatrisa sur les bords seulement et laissa béante une sorte de caverne dans laquelle le cœur se voyait à nu. Plusieurs années après, le roi Charles I[er] eut connaissance de ce fait et chargea son médecin Harvey de lui en rendre compte. Le jeune Montgomery, âgé alors d'environ dix-neuf ans, se prêta à une exploration attentive, et, ayant retiré la plaque métallique qu'il portait sur la poitrine en manière de cuirasse, Harvey put voir son cœur battre à découvert, quoique restant dans sa position ordinaire. Or, il reconnut ainsi que pendant la diastole, ou état de relâchement, cet organe restait au fond de sa loge, tandis qu'à chaque contraction de sa portion ventriculaire, il se relevait brusquement et venait frapper contre la paroi antérieure du thorax (1).

Cette observation est parfaitement d'accord avec ce que d'autres physiologistes ont vu chez des enfants mal conformés dont la vie s'est prolongée pendant quelques heures après la naissance, bien qu'ils eussent le cœur à nu hors de la poitrine ou recouvert seulement par la peau. Elle a été confirmée aussi par une multitude d'expériences faites sur des Animaux vivants, dans lesquelles les erreurs n'étaient pas à craindre.

Ainsi, quand le cœur se contracte, ses parois se durcissent, comme le font tous les autres muscles. Or, si l'expérimentateur introduit sa main dans la poitrine d'un grand Animal, et place le doigt entre le cœur et la paroi antérieure de la poitrine, il sent à la fois la pression exercée par cet organe en avant et le durcissement qui est caractéristique de la systole (2).

(1) Harvey a consigné cette observation dans son ouvrage sur la génération (*a*).

(2) Dans une des expériences faites par la commission de Dublin, une portion de la paroi costale du côté

(*a*) Harvey, *Exercitationes de generatione Animalium*, exercit. 51, p. 156. Londini, 1651.

choc du cœur accompagne donc la systole ventriculaire (1), uand on cherche à se rendre compte du mécanisme de ce 'ement, on voit qu'il résulte de plusieurs causes dont les

: ayant été enlevée sur un jeune et le péricarde ouvert, on vit :haque contraction des ventri- la pointe et une portion consi- e de la paroi antérieure du cœur :nt presser contre le sternum, et 'on insinuait le doigt entre cet la surface adjacente des ventri- on sentait une forte compres- .u moment où le cœur, en se .ctant, devenait dur, tandis que nt l'état de relâchement du tissu :ntricules, cet organe se retirait u moins en arrière et cessait de :r ainsi en avant (*a*).

:oïncidence de la systole ventri- e et du mouvement du cœur en vers le sternum, puis de son t vers le dos, au moment où il it mou et se gonfle de sang, a ès bien constatée chez le Cheval, trente ans, par D. Barry (*b*).

M. Beau, qui attribue, comme l'avons déjà vu (*c*), la diastole entricules uniquement à l'entrée que d'une ondée de sang dans ces voirs, lors de la contraction des ettes, rattache aussi le choc du contre la paroi antérieure du x à l'impulsion ainsi donnée, et conséquent, suivant son hypo- , ce choc précéderait la systole iculaire au lieu d'en être une conséquences, opinion qui avait outenue aussi par Corrigan (*d*).

L'argument le plus puissant en apparence, que M. Beau emploie à l'appui de sa doctrine, lui est fourni par l'expérience suivante. Il a vu que si l'on ouvre une des oreillettes, on modifie aussitôt la direction du mouvement exécuté par la pointe du cœur : celle-ci ne se porte plus en avant, mais se dévie du côté opposé à l'oreillette restée intacte. Cela s'explique parfaitement dans l'hypothèse adoptée par M. Beau (*e*). En effet, si le mouvement en avant, exécuté d'ordinaire par la pointe du cœur, est dû à l'impulsion donnée par les deux ondées de sang lancées simultanément par les oreillettes, sa direction devra être la diagonale du parallélogramme représentant ces deux forces, et, si l'on vient à supprimer l'une de celles-ci, sa direction devra se confondre avec celle de la force restée intacte. Mais les phénomènes observés s'expliquent non moins facilement dans l'hypothèse contraire, car, en ouvrant l'un des ventricules, ou en y exerçant une pression qui empêche cet organe d'agir, on doit changer en même temps la direction du plan occupé par la base du cœur et dévier l'axe de figure de cet organe du côté lésé, circonstance dont nous verrons bientôt l'importance. Cette expérience est donc loin d'être décisive.

M. Verneuil a été conduit à penser aussi que le choc du cœur devait

Report of the Dublin Sub-Committee (*Brit. Associat.*, 1835, p. 244).
D. Barry, *Dissert. sur le passage du sang à travers le cœur*. Thèse, Paris, 1827, p. 9.
Voyez ci-dessus, page 14.
Corrigan, *On the Motions and Sounds of the Heart* (*Dublin Medical Transact.*, new Series 830).
Beau, *Traité d'auscultation*, p. 217.

effets se combinent. Effectivement, ce phénomène n'est pas simple, comme on le supposait d'abord, et dépend en partie des modifications qui s'opèrent dans la forme et la consistance des ventricules au moment de leur contraction, en partie des changements que cette même contraction détermine dans la direction et dans la forme du cœur ; enfin en partie aussi d'un certain déplacement que cet organe subit par suite de la sortie du liquide lancé de son intérieur dans le système artériel.

Examinons successivement ces divers éléments de la question, et voyons d'abord quels sont les changements de forme que le cœur présente en passant de l'état de repos à l'état de systole, et comment ces changements peuvent concourir à la production du choc ressenti sur la paroi antérieure du thorax.

Changements dans la forme du cœur lors de la systole.

Quand le cœur est au repos, son tissu devient assez flasque pour céder un peu à son propre poids, et il s'aplatit plus ou moins contre la surface sur laquelle il est couché (1) ; mais,

coïncider avec la diastole et non avec la systole ventriculaire, parce que sur le cadavre, où la position de cet organe est la même que lorsqu'il est en repos, sa pointe ne correspondrait qu'au quatrième espace intercostal ou à la cinquième côte, et en se contractant cette pointe se relève, tandis que c'est entre la cinquième et la sixième côte que l'impression se fait sentir (a). Mais cette objection tombe devant les observations de M. Skoda, relativement au déplacement total du cœur au moment de la systole. Ce pathologiste, en observant des individus très maigres, a vu distinctement que le cœur descend un peu pendant chaque contraction ventriculaire (ce qui n'empêche pas la pointe de cet organe de se relever). Il a constaté le même fait plus nettement chez un enfant privé de sternum (b).

(1) Ainsi MM. Chauveau et Faivre ont très bien remarqué, dans leurs expériences sur le Cheval, que le cœur, en devenant flasque pendant la diastole, s'affaisse sous son propre poids, et que la direction suivant laquelle cet affaissement s'opère varie avec la position du corps. Si l'animal est couché sur le côté, le cœur s'aplatit latéralement, tandis que s'il est placé sur le ventre, la dépression se fera remarquer sur la face antérieure de l'organe (c).

(a) Verneuil, *Recherches sur la locomotion du cœur*. Thèse, Paris, 1852, p. 11.
(b) Skoda, *Traité de la percussion*, trad. par Aran, p. 199 et 206.
(c) Chauveau et Faivre, *Op. cit.*, p. 12.

quand il se contracte, sa portion ventriculaire devient dure et rigide, comme le fait tout autre muscle en action, et il tend à prendre une forme déterminée qui est en rapport avec la disposition de ses fibres. En effet, il devient presque circulaire à sa base ; la portion voisine de la région ventriculaire se bombe d'une manière assez régulière, et la portion inférieure qui avoisine la pointe se rétrécit et se raccourcit (1). Or, pour arriver

(1) Galien, en étudiant les mouvements du cœur, qu'il mettait à nu en enlevant une portion du sternum, chez un Animal vivant, ou qu'il arrachait tout palpitant de la poitrine, avait cru apercevoir que la contraction était au contraire accompagnée d'un allongement de cet organe, et il pensa qu'il pouvait expliquer ce phénomène en supposant que les fibres longitudinales des ventricules se relâchaient dans la systole pendant que les fibres transversales ou obliques se contractent (*a*). Vésale partagea cette opinion, mais Harvey reconnut que cet allongement apparent au moment de la contraction n'existe réellement pas, et que l'illusion est produite par les changements de proportions qui s'opèrent alors dans la partie ventriculaire du cœur dont les parois latérales se rapprochent beaucoup plus que le sommet de l'organe ne se rapproche de sa base (*b*). Lancisi vit aussi que le cœur, au moment de sa contraction, devient rond et comme sphérique d'allongé qu'il était (*c*). La doctrine de Galien continua cependant à être adoptée par divers anatomistes (*d*), et, vers le milieu du siècle dernier, la question de l'allongement ou du raccourcissement du cœur pendant la systole donna lieu à beaucoup de discussions dont Senac a très bien rendu compte (*e*), mais dont il serait superflu de nous occuper longuement ici. Le fait du raccourcissement du cœur pendant la systole, soutenu par Lower, Stenon, Bartholin, Drelincourt, Vieussens, Huard, Bassuel, Senac et plusieurs autres physiologistes du XVII[e] et du XVIII[e] siècle, ressort nettement de nombreuses expériences de Haller (*f*). Ce dernier auteur signale, il est vrai, une exception à la règle générale qui lui a été offerte par l'Anguille ; et l'on comprend que les brides fibreuses, étendues entre la surface du cœur et le péricarde des Poissons, puissent modifier les mouvements de ce viscère chez des Animaux

(*a*) Galien, *De l'utilité des parties*, liv. VI, chap. VIII (*Œuvres*, trad. par M. Daremberg, t. I, p. 402).
(*b*) Harvey, *Exercit. de motu cordis*, p. 23.
(*c*) Lancisi, *De motu cordis*, lib. I, sect. 2, cap. II, p. 124.
(*d*) Riolan, *Manuel anatomique*, 1653, p. 319 et 696.
— Borelli, *De motu Animalium*, pars secunda, p. 61.
— Winslow, *Suite des éclaircissements sur la circulation du sang dans le fœtus* (*Mém. de l'Acad. des sciences*, 1725, p. 263).
(*e*) Senac, *Traité de la structure du cœur*, t. I, p. 286 et suiv.
(*f*) Haller, *Sur les mouvements du cœur* (*Mém. sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal*, t. I, p. 342 et suiv.).

à cette forme, ses diverses parties se déplacent dans un sens ou dans un autre, suivant la direction dans laquelle elles ont été déviées pendant leur état de relâchement. Ainsi, quand en pressant sur un point de la surface des ventricules pendant la diastole on y détermine une concavité, celle-ci s'efface dès que la systole se déclare, et la surface redevient convexe; ou bien encore si, lors de la diastole, on comprime la pointe du cœur de façon à rendre l'axe de cet organe plus court que ne le comporte sa forme typique, on le voit s'allonger au moment de la systole.

de cette classe (*a*). Mais Fontana s'est assuré que le cœur de l'Anguille se raccourcit en réalité pendant la systole, de même que cela a lieu pour les autres Vertébrés (*b*). D'après Queye, un phénomène semblable se présenterait lors de la systole du cœur de la Tortue (*c*).

Un certain allongement du cœur pendant la systole des ventricules a été signalé aussi chez la Brebis par MM. Pennock et Moore (*d*); mais, dans la grande majorité des cas, la contraction des ventricules est accompagnée d'un mouvement de rapprochement entre la pointe et la base de l'organe.

Ainsi, dans les expériences de la Commission des médecins de Dublin, des mesures prises au compas sur le cœur d'un Lapin permirent aussi de constater un raccourcissement au moment de la contraction ventriculaire (*e*).

La Commission des médecins de Londres a obtenu constamment le même résultat (*f*).

Des mesures prises avec beaucoup de soin par M. Ludwig concourent également à prouver la coïncidence de ce raccourcissement et de la contraction ventriculaire (*g*).

Je citerai encore à ce sujet les expériences faites dernièrement sur le Chien, par MM. Chauveau et Faivre. Ayant excisé le cœur, ces physiologistes le tinrent suspendu par les gros vaisseaux en connexion avec sa base, et mirent ainsi la pointe de cet organe en contact avec un plan horizontal et immobile situé au-dessous. Ils virent alors distinctement que si la pointe du cœur affleurait ce plan au moment de la diastole, elle s'en écartait notablement au moment de la systole ventriculaire (*h*).

(*a*) Haller, *Op. cit.*, t. I, p. 370.

(*b*) Fontana, *Dissertation épistolaire* (Haller, *Mém. sur les parties sensibles*, t. III, p. 227).

(*c*) Queye, *Dissert. de syncope* (voy. Haller, *Mém. sur le mouvement du sang*, p. 10).

(*d*) Pennock et Moore, *Mém. sur les mouvements et les bruits du cœur* (*l'Expérience*, 1842, t. X, p. 170).

(*e*) *Report on the Motions of the Heart* (*Brit. Associat.*, Dublin, 1835, p. 245).

(*f*) *Report by the London Sub-Committee* (*Brit. Associat.*, Glasgow, 1841, p. 204).

(*g*) Ludwig, *Ueber den Bau und die Bewegungen der Herzventrikel* (*Zeitschrift für rationnelle Medizin*, 1849, t. VII, p. 200).

(*h*) Chauveau et Faivre, *Nouvelles recherches expérimentales sur les mouvements et les bruits du cœur*, p. 14 (extr. de la *Gaz. méd.*, 1856).

'ésulte aussi que lorsque le cœur repose sur une surface ou bombée, il s'étale en quelque sorte et s'élargit pendant le flaccidité de ses fibres, et que, tout en diminuant de e au moment de sa contraction, son épaisseur peut sou- ugmenter (1). Ces changements sont faciles à constater

ette tendance du cœur à pren- forme déterminée, durant systole, a été très bien dé- par M. H. Carlisle (*a*), et res- moins nettement de beaucoup ences dans lesquelles on a vu diamètres de cet organe aug- pendant que les autres se issaient. Ainsi, dans les re- de M. Ludwig, faites sur le cœur, couché horizontale- r un plan résistant, offrait à pendant la diastole, 28 milli- le large, mais se rétrécissait sens de 5 ou 6 millimètres au de sa contraction, tandis que isseur ou diamètre antéro- r augmentait d'une manière ins notable. Effectivement, cas, l'épaisseur de la base des es, réduite à $16^{mm},5$ pendant , s'est élevée tantôt à $19^{mm},5$, 20, 21 et même $21^{mm},5$ pen- stole. Dans un autre cas, le imètre était de 18 millimètres le repos, et de 23 millimètres la contraction des fibres res. M. Ludwig en conclut idance naturelle du cœur est une forme circulaire à sa id il est en contraction, tan- dis que dans l'état de relâchement de son tissu, cette même base représente une ellipse plus ou moins allongée (*b*).

Des faits du même ordre ont été constatés par beaucoup de physiolo- gistes dans des expériences pratiquées sur le cœur intact et dans sa position normale (*c*). Ainsi quand on saisit dans la main la portion ventriculaire du cœur d'un gros Mammifère, tel qu'un Veau ou un Ane, et qu'on la comprime légèrement pendant qu'elle est flasque, on sent que les doigts sont écartés tout à coup avec force au mo- ment de la systole (*d*).

Pour rendre bien visible ce phéno- mène, les membres de la Commission des médecins de Londres, après avoir ouvert convenablement le thorax d'un Ane dont la sensibilité avait été dé- truite par l'action d'un poison parti- culier (le woorara ou curare) et dont la respiration était entretenue artifi- ciellement, placèrent un petit cylindre de bois (un stéthoscope) debout sur la surface des ventricules, et le main- tinrent dans cette position de façon à lui permettre de suivre les mou- vements de l'organe sur lequel il reposait. Ils virent alors que le cylin- dre, à raison de son poids, détermi-

rlisle, *Abstract of Observ. on the Motions and Sounds of the Heart* (*Brit. Associat.*, 1833, p. 456).
ig, *Ueber den Bau und die Bewegungen der Herzventrikel* (*Zeitschrift für rationnelle* 149, t. VII, p. 205 et suiv.).
rnik, *Das Herz und seine Bewegung*, 1858, p. 64.
rt *de la Commission de Dublin* (*Report of the British Associat.*, 1835, p. 244).

sur un cœur qui continue de battre après avoir été extrait du thorax d'un Animal vivant, et des phénomènes du même ordre se produisent dans l'état normal. En effet, le cœur, couché obliquement sur le diaphragme, s'élargit et s'aplatit notablement pendant la diastole, et sa face sternale se bombe au

nait une dépression sur les parois du cœur pendant que celui-ci était au repos, mais était soulevé avec force à chaque mouvement de systole ventriculaire, parce qu'alors la concavité ainsi produite s'effaçait, et la surface du cœur redevenait uniformément bombée comme dans son état ordinaire de contraction. Dans une de ces expériences le cylindre fut chargé d'un poids d'environ 1 kilogramme. Ainsi qu'on devait s'y attendre, il enfonça davantage le point de la paroi ventriculaire sur lequel il reposait ; mais, à chaque contraction de cette paroi, il était soulevé brusquement et la dépression s'effaçait. Enfin, dans d'autres expériences, le retour à la forme arrondie et normale de la portion ventriculaire du cœur a été constaté au moyen d'une espèce de compas d'épaisseur dont les branches, réunies par un lien élastique, comprimaient l'organe sur deux points opposés : pendant la diastole, la pression ainsi produite déterminait une concavité dans la surface du cœur, autour du point d'application de chacune des branches de l'instrument ; mais, lors de la systole ventriculaire, celles-ci étaient écartées avec force et la forme bombée du cœur se rétablissait. Cette expérience n'était pas destinée (comme le suppose M. Beau) à établir que les ventricules se dilatent pendant la systole, ce qui serait contraire à tous les faits connus (a), mais à montrer que la contraction des parois charnues de ces cavités tend à en rétablir la forme arrondie, malgré les changements que l'effet de la pesanteur ou de toute autre force mécanique a pu y déterminer pendant que leurs fibres musculaires sont dans l'état de relâchement (b).

MM. Chauveau et Faivre attribuent uniquement à cette cause le choc ou la pression du cœur contre les parois du thorax, et ils formulent nettement leur opinion en disant que ce phénomène « réside dans le changement de » forme et de consistance des ventri» cules quand ceux-ci passent de la » diastole à la systole, et dans l'instan» tanéité de cette transformation (c). »

Dernièrement M. Chauveau a publié de nouvelles observations sur la systole ventriculaire ; il trouve que le diamètre antéro-postérieur du cœur augmente brusquement, et il attribue uniquement à ce changement de forme le choc de cet organe contre la paroi thoracique (d).

(a) Beau, *Traité d'auscultation*, p. 247.

(b) Clendinning, *Report on the Motions and Sounds of the Heart*, obs. 3, 4, etc. (*Brit. Associat.*, Glasgow, 1840, p. 180 et suiv.).

(c) Chauveau et Faivre, *Op. cit.*, p. 35.

(d) Chauveau, *Sur la théorie des pulsations du cœur* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1857, t. XLV, p. 371).

ıoment de sa contraction, de façon à se rapprocher de la paroi ıtérieure du thorax.

Lorsque la portion ventriculaire du cœur, en se contractant, ɔquiert la forme typique que je viens d'indiquer et devient gide, elle tend aussi à prendre une direction déterminée par ıpport à sa base et aux gros vaisseaux auxquels celle-ci est :tachée. L'axe de figure de cet organe tend à former ainsi un ıgle constant avec le plan fixe ou presque fixe qui passerait ır l'origine des artères aorte et pulmonaire. Il en résulte que la pointe du cœur, pendant la diastole, est retombée ou a été ɔrtée plus ou moins loin de la ligne correspondant à cet axe, lle se relèvera au moment de la systole, et que ce redressement sera d'autant plus marqué que la déviation préalable aura té plus grande (1). Or, pendant l'état de flaccidité qui carac- Mouvement de bascule du cœur en avant.

(1) M. Hope explique le choc du œur à peu près de la même manière ue je viens de le faire, et cite divers as pathologiques dans lesquels ce mouvement est devenu plus marqué que d'ordinaire, parce que des tumeurs ou des adhérences situées derrière l'origine de l'aorte fournissaient un point d'appui plus solide sur lequel la base du cœur pivotait (*a*).

Pour plus de détails à ce sujet, je renverrai aux observations consignées par M. Valentin dans son *Manuel de physiologie* (*b*), et au travail de M. Ludwig que j'ai déjà eu l'occasion de citer.

Quant au mécanisme à l'aide duquel ce résultat s'obtient, je partage l'opinion de ce dernier auteur, qui conclut de ses expériences que la base du cœur reste immobile, et que le déplacement de la pointe de cet organe est d'autant plus grand que le plan passant par l'origine de l'aorte s'éloigne davantage de l'angle droit pendant le repos (*c*).

Un médecin hollandais, M. Levié, a cru pouvoir expliquer le choc du cœur par l'inégalité d'action des deux ventricules, et il a cité, à l'appui de sa manière de voir, divers cas pathologiques dans lesquels ce phénomène est tantôt augmenté, tantôt annulé ou amoindri; mais cette hypothèse n'est pas admissible et ne rend en aucune façon compte des faits observés (*d*).

(*a*) Hope, *A Treatise on the Deseases of the Heart*, p. 59.
(*b*) Valentin, *Grundriss der Physiologie*, 1851, p. 191 et suiv.
(*c*) Ludwig, *Op. cit.* (*Zeitschr. für rationn. Medizin*, t. VII, pl. 2, fig. 13).
— Idem, *Lehrb. der Physiologie des Menschen*, 1856, t. II, p. 64, fig. 38.
(*d*) Levié, *Versuch einer neuen Erläuterung des Herzstosses im gesunden und kranken Zustande* (*Archiv für physiol. Heilkunde*, 1849, t. VIII, p. 420).

térise la diastole, la pointe du cœur tend effectivement à abandonner cette direction et à s'incliner en bas, ce qui l'éloigne d'autant de la paroi antérieure de la poitrine, et, lors de la contraction ventriculaire, elle se redresse pour reprendre sa position typique, mouvement qui fait presser ou même heurter sa face antérieure contre cette paroi (1).

Il est du reste facile de se rendre compte de ces changements dans la direction de l'axe du cœur et du mouvement de la pointe de cet organe en avant lorsque les ventricules se contractent. En effet, les fibres musculaires qui occupent la face antérieure de sa portion ventriculaire sont plus longues que celles situées du côté opposé, et par conséquent, sous l'influence d'une contraction de même intensité, elles doivent se raccourcir plus que ces dernières. Il en résulte que les deux forces appliquées sous un certain angle à la pointe du cœur ne tirent pas également celle-ci en haut, et qu'au moment de la systole elle doit se porter un peu en avant en même temps qu'elle se rapproche de la base des ventricules (2).

(1) M. Ludwig, se fondant sur des expériences dans lesquelles on a déterminé à l'aide d'aiguilles enfoncées dans le cœur, à travers les parois du thorax, la portion de ce viscère qui correspondait au point où le choc se faisait sentir, pense que ce phénomène dépend tantôt du redressement de la pointe des ventricules, d'autres fois des mouvements de la base de ceux-ci, qui, lors de la systole, deviennent circulaires au lieu d'être elliptiques, comme dans la diastole (*a*).

(2) Borelli a reconnu que la disposition des fibres musculaires du cœur devait influer beaucoup sur les mouvements de cet organe, mais il ne se rendit pas bien compte du mécanisme de ce phénomène (*b*). L'explication anatomique de la projection de la pointe du cœur en avant lors de la systole ventriculaire, présentée ci-dessus, a été adoptée dans ces derniers temps par plusieurs physiologistes (MM. Hope, Parchappe et Bérard, par exemple); mais Carlisle fut, je crois, le premier à l'établir d'une manière satisfaisante (*c*). Plus récemment elle a été bien développée par M. Verneuil dans une thèse inaugu-

(*a*) Ludwig, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, 1856, t. II, p. 62.

(*b*) Borelli, *De motu Animalium*.

(*c*) Carlisle, *Observations on the Motions and Sounds of the Heart* (*Report of the 3rd Meeting of the Brit. Associat. held at Cambridge in 1834*, p. 455).

Enfin le cœur tout entier peut subir un certain déplacement ı moment de la systole ventriculaire par l'action du jet lancé ıns les artères, principalement dans l'aorte, et ce phénomène t également complexe, car deux causes contribuent à le produire. Locomotion du cœur.

L'une de celles-ci est l'effet de recul déterminé par la sortie ı liquide à la partie antérieure des ventricules. Chacun sait ıe les fluides, en s'échappant d'un vase où ils sont comprimés, ercent sur la paroi opposée à l'orifice d'écoulement une cer- ine pression qui tend à repousser celle-ci et à déplacer le ıse tout entier. C'est l'impulsion ainsi donnée qui détermine ascension d'une fusée et le recul des armes à feu, ainsi que mouvement des machines hydrostatiques appelées roues à éaction ou tourniquets hydrauliques. L'effet produit est le nême si la compression du fluide résulte de la dilatation de celui-ci ou de la contraction des parois du vase; par conséquent le sang, en s'échappant des ventricules, doit tendre à repousser le cœur en sens contraire, et cet organe n'étant retenu en place que par des vaisseaux à parois extensibles, doit nécessairement céder à la pression exercée de la sorte, si la puissance développée dans cette direction est assez grande pour vaincre les résistances opposées tant par le poids du viscère que par l'élasticité des tuniques artérielles qui tendent à le maintenir immobile. Or, l'observation montre que généralement il en est ainsi, et que le recul du cœur suffit pour com-

rale, où les opinions des anciens auteurs sont discutées avec soin et l'action des fibres musculaires des parois des ventricules très bien décrite (*a*).

M. Heine a cru pouvoir se rendre mieux compte du mouvement du cœur vers la paroi antérieure du thorax, en attribuant ce phénomène à l'action des muscles papillaires (*b*) ; mais, ainsi que le fait remarquer M. Skoda, la force d'impulsion de cet organe vers le sternum n'est pas en rapport avec le degré de développement des colonnes charnues de ses ventricules, et l'hypothèse de M. Heine n'est pas acceptable (*c*).

(a) A. Verneuil, *Recherches sur la locomotion du cœur*. Paris, 1852.
(b) Heine, *Die Mechanik der Herzkammerbewegung, des Herzstosses*, etc., 1840.
(c) Skoda, *Traité de percussion et d'auscultation*, p. 212.

penser les effets du raccourcissement de cet organe au moment de la systole, ou même pour déplacer son sommet et le repousser vers le bas (1).

Je dois ajouter aussi que le changement de direction du cours du sang déterminé par la courbure de l'aorte ascendante doit tendre à redresser ce vaisseau, et par conséquent à écarter du

(1) Cette application des principes de l'hydraulique à la théorie des mouvements de locomotion du cœur a été faite d'abord par O'Brian (*a*), puis par Gutbrod, et adoptée par M. Skoda (*b*); mais elle a été surtout développée récemment par M. Hiffelsheim, qui a construit un appareil ingénieux propre à en démontrer l'exactitude (*c*).

D'après ce dernier physiologiste, le choc du cœur ne se produirait plus dès qu'on interrompt complétement le passage du sang dans cet organe (*d*).

Plusieurs objections ont été faites à cette théorie : les unes prouvent que l'effet de recul ne saurait être la seule cause du choc du cœur; mais aucune ne démontre, comme le pensent quelques auteurs (*e*), l'inadmissibilité de cette impulsion au nombre des forces dont le jeu détermine ce phénomène. Parmi les premières, je citerai celles faites par MM. Messerschmidt et Valentin. Messerschmidt a combattu l'hypothèse trop exclusive de Gutbrod, en faisant remarquer que des mouvements analogues à ceux dont résulte le choc se continuaient lorsque le cœur, ayant été extirpé, ne contient plus de sang (*f*). M. Valentin se fonde sur des expériences dans lesquelles ayant rescisé la pointe du cœur, de façon à permettre la sortie du sang par cette voie, il ne remarqua aucun changement résultant de la manière dont cet organe se soulevait (*g*).

Au nombre des secondes se range celle tirée de la contractilité des parois du cœur. Mais les effets résultant de la pression exercée par le liquide contre les parois du réservoir sont les mêmes, soit que cette force naisse de la dilatation du contenu, soit qu'elle dépende de la contraction du contenant.

Du reste, dans quelques cas, ce mouvement d'abaissement du cœur

(*a*) O'Brian, *Case of Partial Ectopia* (*Trans. of the Prov. Med. Associat.*, vol. VI, et *Amer. Journ. of Med. Sciences*, 1838, t. XXIII, p. 195).

(*b*) Skoda, *Traité de la percussion et de l'auscultation*, p. 109 et suiv.

(*c*) Hiffelsheim, *Physiologie du cœur, mouvements absolus et relatifs* (*Mém. de la Soc. de biologie*, 1855, 2e série, t. I, p. 273).

— *Deuxième mémoire* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1855, t. XLI, p. 255).

(*d*) Hiffelsheim, *Troisième mémoire sur les mouvements du cœur ; influence de la ligature des gros vaisseaux du cœur sur le battement ou choc précordial* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1856, t. XLIII, p. 715).

(*e*) Kiwisch, *Neue Theorie des Herzstosses* (*Prager Vierteljahrschrift für die prakt. Heilkunde*, 1846, t. IX, p. 501).

— Giraud-Teulon, *Note relative à une nouvelle théorie de la cause des battements du cœur* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1855, t. XLI, p. 258).

(*f*) Messerschmidt, *Bemerkungen über die Erklärung des Herzstosses* (Froriep's *Neue Notizen*, 1840, t. XIII, p. 291).

(*g*) Valentin, *Repertorium*, 1841, p. 331, et *Lehrbuch der Physiologie*, t. I, p. 435.

plan résistant contre lequel s'appuie la portion postérieure de sa crosse, son extrémité antérieure, qui à son tour, par ce mouvement, entraîne le cœur en avant. Quelques physiolo-

déterminé par l'allongement des gros vaisseaux au moment de la systole a été observé directement chez l'Homme. Ainsi, tout dernièrement, M. Bamberger a eu l'occasion d'examiner un Homme chez qui, par suite d'un coup de couteau donné dans la poitrine, on pouvait appliquer le doigt sur la pointe du cœur : or chaque fois que le cœur se durcissait, phénomène qui caractérise son état de systole, sa pointe descendait sur le doigt de l'observateur, tandis qu'au moment de la diastole elle se relevait (*a*). Chez des enfants dont les parois thoraciques étaient restées incomplètes, on a constaté aussi cette locomotion en bas et à gauche lors de la systole (*b*).

Par exemple, dans un cas observé par M. O'Brian, médecin à Bristol. L'enfant était âgé de quatorze jours, et sa santé paraissait bonne. A chaque contraction du cœur la totalité de la tumeur contenant cet organe était poussée en bas avec force (*c*).

J'ajouterai que M. Commaille a cité à l'appui de l'opinion de MM. Gutbrod et Hiffelsheim une observation qu'il a eu l'occasion de faire chez un Chat dont le cœur continuait à se contracter avec force et régularité, pendant plusieurs heures après la mort. Dès que tout le sang en fut sorti, les mouvements de systole et de diastole ne persistèrent pas moins ; mais cet organe ne se soulevait plus : les battements avaient cessé (*d*).

On voit, par les expériences de M. Bryan, que chez le Cheval l'effet du recul se fait sentir sur la base du cœur, mais est en général compensé à la pointe de cet organe par le raccourcissement total des ventricules au moment de la systole. Il en résulte que la pointe du cœur reste à peu près immobile, et que le choc est produit essentiellement par la pression de la portion moyenne de la région ventriculaire du cœur contre le côté gauche de la poitrine (*e*). Des faits qui sont parfaitement en accord avec ces résultats ont été constatés aussi par M. Kornitzer (*f*) et par MM. Chauveau et Faivre (*g*). Je dois ajouter cependant que, dans un travail plus récent, l'un de ces derniers auteurs est arrivé à cette conclusion, que l'effet du recul est nul. Ces nouvelles expériences de M. Chauveau prouvent bien que le battement du cœur contre la

(*a*) Bamberger, *Beiträge zur Physiologie und Pathologie des Herzens* (voy. *Arch. für pathol., Anat. und Physiol.*, 1856, t. IX, p. 328).

(*b*) Skoda, *Op. cit.*, p. 206.

— Frickhöffer, *Beschreib. einer Difformität des Thorax mit Defect der Rippen nebst Bemerkungen über Herzbewegung* (*Archiv für pathol. Anat.*, t. X, p. 474).

(*c*) O'Brian, *Case of Partial Ectopia* (*Trans. of the Prov. Med. and Surg. Associat.*, vol. VI, et *American Journal of Med. Sciences*, 1838, t. XXIII, p. 193).

(*d*) Commaille, *Observation d'un fait qui se rattache à cette proposition :* « Le cœur bat parce qu'il recule. » (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1855, t. XLI, p. 1045.)

(*e*) Bryan, *On the Precise Nature of the Movements of the Heart* (*Lancet*, 1833, t. I, p. 741).

(*f*) Kornitzer, *Die am lebenden Herzen mit jedem Herzschlag vor sich gehenden Veränderungen* (*Sitzungsberichte der Akad. der Wissensch. zu Wien*, 1857, t. XXIV, p. 121).

(*g*) Chauveau et Faivre, *Op. cit.*, p. 34.

gistes ont considéré ce phénomène comme étant la cause unique du choc de ce dernier organe contre les parois du thorax ; mais, à raison de la décomposition des forces dont il résulte et du poids considérable du cœur, son effet ne peut être que très faible, et l'on doit le regarder seulement comme un auxiliaire des mouvements intrinsèques du cœur et du recul dont je viens d'expliquer l'influence (1).

poitrine n'est pas dû uniquement à une action de cet ordre, puisque ces mouvements persistent lorsque les ventricules ne reçoivent plus de sang dans leur intérieur, et par conséquent ne peuvent en lancer au dehors ; mais elles ne prouvent pas que cette projection de liquide ne concourt pas à la production du phénomène (*a*). M. Hamernik est aussi d'avis que la systole ventriculaire n'est pas accompagnée d'un mouvement de recul (*b*).

(1) Senac attribua la locomotion du cœur à deux causes : d'abord à la tendance de la crosse aortique à se redresser sous l'influence de l'impulsion produite par l'arrivée d'une ondée de sang dans son intérieur ; en second lieu, au gonflement de l'oreillette gauche qui se trouve interposée entre la portion ventriculaire de cet organe et la colonne vertébrale (*c*).

W. Hunter avait cherché aussi à expliquer ce phénomène par le redressement de la courbure de l'aorte (*d*), et dernièrement M. J. Béclard a simulé cet effet en injectant de l'eau dans un tube de caoutchouc dont l'extrémité libre était recourbée (*e*).

M. Hiffelsheim, il est vrai, a combattu ces vues en arguant de l'insuffisance de la force appliquée ainsi à la pointe du cœur ; mais dans ses expériences sur les effets du recul, il a toujours vu l'injection d'une ondée de liquide dans l'aorte produire un très notable redressement de cette courbure (*f*).

Du reste, ce phénomène ne paraît exercer en réalité que fort peu d'influence sur la locomotion du cœur. Ainsi D. Barry ayant introduit la main dans le thorax d'un Cheval, et ayant saisi fortement la partie cardiaque de l'aorte, ne sentit aucun mouvement dans ce vaisseau ; et bien que celui-ci fût tenu de la sorte dans l'immobilité, cet expérimentateur n'aperçut aucun changement dans la manière dont le cœur venait battre contre la paroi du thorax (*g*). MM. Chauveau et Faivre, dans leurs expériences sur le Cheval, n'ont observé aussi aucun redressement de l'aorte (*h*).

(*a*) Chauveau, *Sur la théorie des pulsations du cœur* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1857, t. XLV, p. 371).
(*b*) Hamernik, *Das Herz und seine Bewegung*, p. 95 et suiv.
(*c*) Senac, *Traité de la structure du cœur*, 1777, t. I, p. 356.
(*d*) Voyez J. Hunter, *Treatise on Inflammation*, etc., 1794, p. 144.
(*e*) Béclard, *Traité élém. de physiologie humaine*, 1855, p. 178.
(*f*) Hiffelsheim, *Op. cit.* (*Mém. de la Soc. de biologie*, 2e série, t. II, p. 279 et 288).
(*g*) D. Barry, *Dissertation sur le passage du sang à travers le cœur*. Thèse, Paris, 1827, p. 7.
(*h*) Chauveau et Faivre, *Op. cit.*, p. 34.

ésumé, nous voyons donc que le phénomène auquel les ogistes donnent quelquefois le nom de locomotion du ıt une chose très complexe, et que le choc de cet organe la paroi antérieure du thorax est le résultat de plusieurs nents simultanés, mais distincts.

t aussi à noter que la systole ventriculaire est accompa- une sorte de torsion par laquelle le cœur tourne légère- ır lui-même, et sa pointe se porte un peu de gauche vers e. La direction oblique de la plupart de ses fibres semble cause principale de ce mouvement; mais la tendance de ane à reprendre une position normale dont il a été dévié t la diastole ventriculaire paraît y contribuer (1).

pulsion qui se fait sentir à la partie inférieure et anté- lu cœur pendant la systole ventriculaire n'est pas le seul ıène de ce genre qui s'observe dans ce viscère. On

physiologiste de Marbourg, chner, pense que ce mouve- roulis est la cause du choc contre la paroi de la poitrine, ribue au retour de cet organe tion naturelle, après que le ıent en arrière et à gauche, é par la diastole du ventri- t, a cessé (*a*). Il se fonde sur ce s ses expériences, le cœur ne relevé de la sorte quand il liqué contre le rachis, et ne par conséquent se porter en ous l'influence de la pression ée par l'entrée du sang dans ·icules. Quand le cœur est tte pression exercerait un ti- ıt sur les grosses artères, qui, de l'élasticité de leurs parois, aient le viscère en avant et à ès que les ventricules, en se vidant, cesseraient de faire effort en sens contraire. L'auteur fait intervenir dans son raisonnement diverses considérations qui ne sont pas toujours en accord avec les principes de l'hydraulique, et il attribue certainement à ce mécanisme trop d'importance. Il est aussi à noter que le mouvement de projection du cœur n'est pas subordonné à l'afflux du sang dans les oreillettes, et peut persister après que ce liquide a cessé d'arriver à cet organe; mais je suis porté à croire que l'effet consécutif du déplacement diastolaire contribue à la production du choc du cœur.

M. Kornitzer attribue le mouvement de rotation du cœur à la torsion des grosses artères auxquelles cet organe est suspendu (*b*).

schner, *Ueber den Herzstoss* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1841, p. 103).
itzer, *Op. cit.* (*Sitzungsberichte der Akad. der Wissensch. zu Wien*), 1856, t. XXIV, p. 121.

remarque aussi un certain déplacement de sa partie auriculaire qui correspond au gonflement de ces réservoirs, et qui précède par conséquent le choc systolaire (1). L'extrémité supérieure du cœur se trouve ainsi portée en avant, vers le sternum, mais ce mouvement n'a que peu d'importance.

Jeu des valvules auriculo-ventriculaires.

§ 4. — Pendant que les ventricules se contractent de la sorte, les orifices auriculo-ventriculaires se trouvent fermés par suite du rapprochement des valvules dont les bords de ces ouvertures sont garnis, et le mécanisme à l'aide duquel cette clôture s'effectue est remarquable par sa simplicité et sa perfection. Pour l'étudier, il est bon de suspendre dans la position verticale un cœur dont on a enlevé l'une des oreillettes, celle du côté gauche, par exemple, et de faire tomber d'aplomb au centre de l'orifice auriculo-ventriculaire ainsi dénudé un filet d'eau, ou mieux encore de quelque dissolution saline dont la densité se rapproche de celle du sang. On voit alors que les languettes de la valvule mitrale flottent dans le liquide dont le cœur se remplit, et se placent spontanément de façon à simuler une sorte d'entonnoir ou de cône renversé, mais elles ne se rapprochent pas complétement par leur bord inférieur qui se recourbe un peu en dehors. Sous l'influence de la colonne liquide qui tombe avec une certaine force sur l'espace ainsi laissé libre, le ventricule gauche se distend jusqu'à un certain point, et dès que l'on vient à interrompre le courant, on voit les parois élastiques de ce réservoir revenir un peu sur elles-mêmes. Or, le reflux produit de la sorte agit immédiatement sur la surface externe du cône renversé dans l'intérieur de la cavité ventriculaire, qui est constitué par les languettes valvulaires ; il rapproche les lèvres de ces soupapes, et en achève si bien la

(1) Ce mouvement alternatif des oreillettes en avant, vers le sternum, ou en arrière, vers le dos, qui correspond à la diastole, puis à la systole de ces réservoirs, a été très bien observé par la Commission médicale de Dublin (a).

(a) *Op. cit.* (*British Associat.*, 1835, p. 243).

ture, que si l'expérience est adroitement faite, on peut
e renverser le cœur sans qu'une seule goutte du liquide
emprisonné dans le ventricule s'en échappe (1).

voit donc que par le seul fait de la distension des parois
entricules sous l'influence de la charge complémentaire
ée dans ces réservoirs par la systole auriculaire et de la
ion de ce mouvement, les valvules auriculo-ventriculaires
uvent rapprochées, et le reflux du sang rendu impossible
moins très faible. La disposition des cordes tendineuses
ont attachées aux bords de ces soupapes et fixées infé-
ment aux muscles papillaires du cœur contribue à donner
appareil la forme conique qui en rend la clôture si facile;
squ'au moment de la systole ventriculaire, le sang presse
ı face inférieure des voiles obliques ainsi rapprochées,
-ci, en se gonflant comme s'enfle une voile latine que
it remplit, s'appliquent encore davantage les unes contre
itres; car, à raison des espèces d'amarres formées par
cordes tendineuses, elles ne peuvent se renverser dans
llette (2). Ainsi, dès que le sang n'entre plus dans les
icules et avant même que ceux-ci aient commencé à se
acter d'une manière active, le passage auriculaire se trouve

ette expérience et l'explication
canisme de la clôture des val-
ıuriculo-ventriculaires qui en
ent sont dues à M. Baumgarten.
'siologiste a constaté aussi que
it le repos du cœur ces valvules
ppliquent pas contre les parois
itricules, mais conservent une
n oblique (a).

l est probable que les muscles
ires auxquels sont fixées les
tendineuses ou amarres des
s auriculo-ventriculaires se
contractent en même temps que les parois des ventricules, mais seulement assez pour maintenir les languettes de ces valvules dans la position voulue pour qu'elles ne se renversent pas dans l'oreillette, accident qui permettrait le reflux du sang dans cette cavité, et qui se produit parfois jusqu'à un certain point quand on simule sur le cadavre les mouvements du liquide en circulation. Mais cette contraction n'est pas nécessaire pour déterminer la clôture de l'appareil valvulaire.

(a) Baumgarten, *Ueber den Mechanismus, durch welchen die venösen Herzklappen geschlossen* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1843, p. 463).

fermé et le liquide, pressé par la systole, ne peut s'échapper qu'en pénétrant, d'une part dans l'artère aorte, d'autre part dans l'artère pulmonaire. Le jeu de la valvule mitrale est plus parfait que celui de la valvule auriculo-ventriculaire du côté droit du cœur, et, lorsque la circulation est gênée dans les vaisseaux du poumon, ce dernier laisse refluer dans l'oreillette une quantité plus ou moins considérable de sang : circonstance qui est très utile pour empêcher l'engorgement de cette portion du système vasculaire (1) ; mais, dans l'état normal, la clôture est suffisamment exacte pour que la totalité ou la presque totalité du liquide contenu dans l'un ou l'autre ventricule soit empêchée de retourner vers les veines et obligée de s'engager dans le système artériel.

Enfin, l'ondée de sang lancée ainsi dans les artères soulève les valvules sigmoïdes que nous avons vues autour de l'entrée de ces vaisseaux (2), et lorsque la diastole des ventricules se prononce, ces soupapes, pressées en sens contraire par la colonne liquide contenue dans ces mêmes vaisseaux, se referment de nouveau et empêchent tout reflux dans le cœur (3).

(1) M. King a appelé l'attention des physiologistes sur l'insuffisance de la valvule tricuspide pour empêcher le reflux du sang du ventricule droit dans l'oreillette correspondante toutes les fois que le premier de ces réservoirs se trouve fortement distendu, ainsi que cela a lieu dans les cas d'embarras de la circulation pulmonaire, et sur l'utilité de cette disposition pour empêcher la trop grande accumulation du sang dans les dépendances de l'artère pulmonaire. Il a appelé cette valvule une *soupape de sûreté*, et en a étudié le jeu avec beaucoup de soin chez divers Mammifères aussi bien que chez l'Homme (*a*).

(2) Voyez tome III, page 496.

(3) Ces valvules, en forme de poches ou de bourses, s'appliquent les unes contre les autres lorsqu'elles sont renflées, et ferment complétement l'ouverture aortique. Leur jeu a été étudié d'une manière spéciale par M. Retzius (*b*).

(*a*) T. King, *An Essay on the Safety-Valve Function in the Right Ventricle of the Human Heart and on the Gradation of this Function in the Circulation of Warm-Blooded Animals* (Guy's *Hospital Reports*, 1837, vol. II, p. 104).

(*b*) Retzius, *Ueber den Mechanismus des Zuschliessens der Halbmondförmigen Klappen* (Müller's *Archiv*, 1843, p. 14, pl. 1, fig. 1 à 9).

Bruits du cœur.

§ 5. — Les divers mouvements dont je viens de rendre compte ne se font pas tous silencieusement, et lorsqu'on écoute avec attention le jeu du cœur, soit en appliquant directement l'oreille sur la partie voisine de la poitrine, soit en employant comme intermédiaire un cylindre creux appelé *stéthoscope*, on entend une série de bruits à l'aide desquels le médecin peut juger de la manière dont fonctionnent les diverses parties de cet organe important. Ce fait n'avait pas échappé à l'attention de Harvey (1), mais c'est de nos jours seulement qu'on en a fait l'objet d'études sérieuses, et c'est surtout à Laënnec que la médecine est redevable de la connaissance des signes qu'on en peut tirer dans le diagnostic des maladies du cœur.

Dans l'état normal, chacun des petits cycles de mouvements accomplis par cet organe est accompagné de la production de deux sons qui diffèrent par leur timbre et par leur siége. Le premier de ces bruits a son maximum d'intensité entre la quatrième et la cinquième côte, un peu en dessous et en dehors du mamelon ; il est sourd et prolongé. Le second, plus clair et plus court, semble partir de la partie antérieure de la poitrine, entre le mamelon et le sternum, vers le niveau de la troisième côte (2).

(1) Il est probable que l'existence du bruit cardiaque était connue d'Hippocrate, car on sait que ce médecin avait parfois recours à l'auscultation de la poitrine; mais Harvey fut, je crois, le premier à en parler (*a*), et de son temps le fait était si peu connu, que l'un de ses adversaires tourna en ridicule l'assertion du grand physiologiste anglais (*b*).

(2) Quand les battements du cœur se succèdent avec une grande rapidité, le deuxième bruit devient moins distinct que d'ordinaire ou tend à se confondre avec le premier (*c*).

Il est aussi à noter que l'intensité relative des deux bruits varie suivant le point des parois du thorax où l'observateur applique l'oreille, et dernièrement ces variations ont été étudiées d'une manière toute spéciale par M. Walshe (*d*).

(*a*) Harvey, *Exercit. anat. de motu cordis et sanguinis in Animalibus*, 1628, cap. v, p. 30.
(*b*) Emilius Parisanus, *Disceptationes de motu cordis*, 1647, p. 101 et 107.
(*c*) *Report of the London Sub-Committee* (*Brit. Associat.*, Bristol, 1836, p. 263).
(*d*) Walshe, *Diseases of the Lungs and Heart*, 1851, p. 191.

Le bruit inférieur coïncide avec le choc de la portion ventriculaire du cœur contre la paroi du thorax. Il est suivi d'un petit silence pendant lequel on sent le battement du pouls au poignet ; puis le bruit supérieur se fait entendre : il coïncide avec le gonflement des oreillettes et la systole des troncs artériels qui naissent du cœur. Enfin, à ce phénomène succède un nouveau silence, ou repos, dont la durée occupe environ le tiers du temps écoulé entre le commencement du premier bruit et le retour de celui-ci.

Les nombreux auteurs qui, depuis quinze ans, se sont occupés de l'étude de ces bruits, sont très divisés d'opinions quant aux phénomènes dont ils dépendent ; mais ce désaccord me paraît tenir en grande partie à ce que l'on regarde assez généralement chacun de ces sons comme étant simple, et dû par conséquent à une cause unique, tandis qu'ils sont probablement complexes et doivent être considérés comme des résultantes de plusieurs bruits d'origines différentes (1).

Bruit inférieur ou systolique.

§ 6. — Le bruit inférieur, ou bruit sourd, que les pathologistes appellent généralement aussi le *premier bruit du cœur*, a évidemment son point de départ dans la portion ventriculaire du cœur. En effet, si l'on détermine avec précision le point où il se fait sentir avec le plus d'intensité, et qu'ensuite, opérant sur le cadavre, on enfonce dans ce point un stylet ou la lame d'un scalpel, on trouve par l'autopsie que l'instrument a pénétré dans le cœur, non loin de la pointe de cet organe. Tous les

(1) Sous ce rapport, je partage tout à fait l'opinion de MM. Barth et Roger (a).

La coïncidence de la contraction des ventricules et de la production du premier bruit cardiaque a été constatée par Laënnec, Hope et la plupart des physiologistes qui se sont livrés à des recherches expérimentales sur ce sujet (b).

(a) Barth et Roger, *Traité pratique d'auscultation*, p. 195 et suiv.

(b) Laënnec, *Traité d'auscultation médiate*, t. II, p. 404.

— Hope, *A Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 16.

— *Dublin Sub-Committee*, op. cit. (*Brit. Associat.*, 1835, p. 248, etc., etc.).

physiologistes admettent ce résultat, mais ils ne sont pas d'accord sur le mouvement des ventricules qui coïncide avec le développement de ce son. La plupart des auteurs le considèrent comme étant synchronique avec la systole ; M. Beau, au contraire, soutient qu'il se produit en même temps que la diastole des ventricules, et qu'il résulte du choc produit par la colonne de sang qui, lancée par la contraction des oreillettes, vient heurter contre les parois des cavités ventriculaires (1). Si les deux mouvements de dilatation extrême et de contraction des ventricules étaient séparés par un intervalle de temps bien appréciable, l'observation trancherait facilement cette question (2) ; mais si la systole ventriculaire survient presque immédiatement après l'arrivée du sang dans l'étage inférieur du cœur, sous l'influence des oreillettes, les deux phénomènes peuvent être facilement confondus, et des erreurs constantes analogues à celles dont les observations astronomiques sont toujours plus ou

(1) Cette hypothèse avait été déjà soutenue par M. Corrigan (*a*) et par M. Pigeaux (*b*). M. Beau l'a développée d'une manière plus plausible (*c*), et il est probable que la contraction des oreillettes n'est pas tout à fait silencieuse. Ainsi dans une des expériences de la Commission des médecins de Londres, tous les battements de ces réservoirs n'étaient pas suivis d'une systole ventriculaire, et cependant tous étaient accompagnés d'un léger bruit (*d*). Mais d'ordinaire le son très faible qui est développé de la sorte se confond avec le bruit systolique qui y succède presque immédiatement, et ne peut contribuer que très peu à le renforcer.

(2) Chez le Cheval, où les contractions du cœur se succèdent assez lentement, MM. Chauveau et Faivre ont pu s'assurer de la non-coïncidence du premier bruit avec la systole auriculaire caractérisée par le durcissement des parois des oreillettes. Le son se produit après cette contraction et coïncide exactement avec la systole ventriculaire (*e*).

M. Gabriac est arrivé à la même conclusion en opérant sur des Chiens plongés dans un état d'anesthésie par l'action du chloroforme (*f*).

(*a*) Corrigan, *Op. cit.* (*Dublin Med. Trans.*, 1830, new Series, t. I, p. 151).
(*b*) *Journal hebdomadaire de médecine*, 1830, t. III, p. 238, et t. V, p. 187.
(*c*) Beau, *Traité d'auscultation*, p. 195 et suiv.
(*d*) Clendinning, *Op. cit.* (*Brit. Associat.*, Glasgow, 1840, p 182).
(*e*) Chauveau et Faivre, *Nouvelles recherches expérimentales sur les mouvements et les bruits du cœur*, p. 27 (extrait de la *Gazette médicale*, 1856).
(*f*) Gabriac, *Quelques expériences sur le choc du cœur*. Thèse. Paris, 1857.

moins entachées peuvent faire naître de l'incertitude sur la relation vraie du moment précis où naît le son qui frappe l'oreille, et de celui où s'effectue le mouvement que l'œil remarque au même instant. Il faut donc chercher d'autres moyens pour résoudre la question, et on les trouve dans les expériences faites sur des Animaux de grande taille.

En effet, si le bruit inférieur du cœur, de même que le choc produit par cet organe contre les parois du thorax, était une conséquence de la contraction des oreillettes et de la diastole ventriculaire déterminée par le jet de sang que les premiers de ces organes y projettent, il est évident que, pour empêcher la production de ce son, il suffirait d'arrêter le jeu des oreillettes. Or, l'expérience prouve que cela n'est pas. Le bruit en question continue à se faire entendre lors même que les oreillettes ne peuvent plus se contracter, et se manifeste chaque fois que les ventricules viennent à se resserrer avec force.

se du bruit ystolique. Le bruit inférieur du cœur est donc un phénomène dépendant essentiellement de la systole ventriculaire. Mais cette systole est accompagnée de plusieurs mouvements qui, indépendamment de la contraction même des fibres charnues du cœur, pourraient être invoqués pour expliquer la production des vibrations sonores.

Quand on analyse expérimentalement les circonstances dont la production de ce bruit est accompagnée, on trouve que les sources en sont multiples, mais qu'une de ses causes principales paraît résider dans la contraction musculaire dont les parois des ventricules sont le siége. On sait, en effet, par des observations déjà anciennes, que l'action énergique d'un muscle est toujours accompagnée de vibrations sonores plus ou moins distinctes pour notre oreille. On a reconnu une grande analogie entre le bruit de la systole ventriculaire et celui engendré par des contractions brusques et puissantes des muscles larges dont les parois de la cavité abdominale sont garnies, et lorsqu'on

toutes les autres causes présumables de ce bruit car-
e, on ne continue pas moins à l'entendre (1).
st donc légitime de croire que le premier bruit du cœur
e, au moins en partie, du phénomène de la contraction

e développement de vibrations par le seul fait de la contrac- fibres musculaires a été entrevu a bientôt cinquante ans par un en célèbre de l'Angleterre, ton (*a*), et ce phénomène a été vers la même époque par Er- e Berlin (*b*). Laënnec recueillit eaucoup d'observations sur les nusculaires engendrés dans di- parties du corps humain ; et il l'application à la théorie des normaux du cœur. Mais il n'y a que le bruit de soufflet dont question plus loin (*c*), et c'est ypothèse qui a été combattue Bouillaud (*d*).

1835, une des Commissions es par l'Association britannique 'avancement des sciences, de ne série de recherches sur les lu cœur aussi bien que sur le sme des mouvements de cet , entreprit de nouvelles expé- sur les vibrations sonores qui t accompagner la contraction aire en général, et ne tarda pas nclure que le bruit inférieur du cœur devait tenir en grande partie à un phénomène du même ordre et se lier essentiellement à l'action des fibres musculaires de cet organe pendant la systole ventriculaire (*e*). Les rapporteurs de cette Commission appelèrent *son intrinsèque* la portion du bruit qui dépend de la tension subite des parois du cœur, et ils constatèrent qu'il continue à se manifester lorsque cet organe, en se contractant, ne peut ni battre contre les parois du thorax, ni mettre en jeu les valvules dont il est garni intérieurement.

Dans des expériences faites sur des animaux de grande taille (des Anes), ils ont entendu ce même bruit, quoique affaibli, lorsque le cœur continuait à se contracter après avoir été séparé de toutes les parties voisines et extrait de la poitrine (*f*). Des discussions se sont élevées entre les pathologistes au sujet du mécanisme de la production de ces bruits musculaires : les uns les attribuent au fait même de la contraction ; les autres, à la tension des fibres résultant de la résistance que les parties voisines opposent

ollaston, *On the Duration of Muscular Action. Croonian Lecture* (*Philos. Trans.*, 1810,

man, *Einige Bemerkungen über Muskularcontraction* (Gilbert's *Annalen der Physik*, XL, p. 21).
ënnec, *Traité d'auscultation médiate*, t. II, p. 440).
uillaud, *Traité des maladies du cœur*, t. I, p. 121.
Williams, Todd and Clendinning, *Report of the London Sub-Committee on the Motions of* *l* (*Brit. Associat.*, Bristol, 1836, t. V, p. 263 et 271).
yez aussi Hope, *A Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 42 et suiv.
endinning, *Second Rapport* (*Brit. Associat.*, Glasgow, 1840, p. 202).
gu, *De la cause des bruits du cœur à l'état normal*. Thèse, Paris, 1837, n° 413, p. 13 et

illiams, Todd et Clendinning, *loc. cit.*, expér. 14, etc.

musculaire dont dépend aussi la systole des ventricules de cet organe.

Mais, dans l'état normal, ce bruit est certainement complexe, et dépend aussi en partie d'autres causes dont il faut également tenir grand compte lorsqu'on veut juger de ce qui se passe dans le jeu du cœur par la nature des sons engendrés dans cet organe.

Ainsi le choc de la partie inférieure du cœur contre les parois du thorax est également une des sources de ce bruit complexe. En effet, quand on est couché sur le côté gauche ou que le corps est penché en avant, l'impulsion produite sur les parois de la poitrine par les battements du cœur augmente de force, et l'intensité du son s'accroît en même temps (1). Des expériences faites sur des Animaux par Magendie mettent encore mieux en évidence cette source de vibrations sonores, et avaient même porté ce physiologiste à attribuer uniquement au choc du cœur contre les parois thoraciques, non-seulement le bruit inférieur dont nous nous occupons exclusivement en ce moment, mais aussi le bruit supérieur (2).

au raccourcissement de ces mêmes fibres, tension qu'ils désignent à tort sous le nom d'*extension musculaire* (*a*).

Quelques auteurs pensent que le choc des parois ventriculaires entre elles ou contre le faisceau formé par les muscles papillaires contribue beaucoup à la production du bruit systolique; mais les expériences sur lesquelles ils se fondent ne me paraissent pas concluantes (*b*).

(1) Voyez à ce sujet les observations de la première Commission des médecins de Londres (*c*).

M. Bouillaud s'assura du même fait sur le Coq (*d*).

(2) Ainsi, quand Magendie maintenait la pointe du cœur éloignée des parois du thorax à l'aide d'une tige métallique introduite dans cette cavité, il n'entendait plus le bruit inférieur, mais celui-ci devenait assez intense pour être perçu par son oreille

(*a*) Hope, *A Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 42.
— Au sujet de la vibration du cœur, voyez aussi une publication récente de M. Hamernik, professeur à Prague (*Das Herz und seine Bewegung*, 1858, p. 69 et suiv.).
(*b*) Choriol, *Observ. sur la structure, les mouvements et les bruits du cœur*. Thèse, 1841, p. 20 et suiv.
— Bérard, *Cours de physiologie*, t. III, p. 088.
(*c*) *Op. cit.* (*British Association*, t. V, 1836, p. 262).
(*d*) Bouillaud, *Traité des maladies du cœur*, 1835, t. I, p. 129.

ıt probable que la tension des valvules auriculo-ventri-s qui s'effectue au moment de la systole des ventricules ıue aussi à la production du bruit complexe dont nous ıccupons en ce moment, mais c'est certainement à tort ıelques médecins l'ont attribué exclusivement à ce phé-e (1).

relevait la tige dont il faisait permettait au cœur de venir comme d'ordinaire contre cet ınt ou contre les côtes. Il vit e dans les cas où, après avoir sternum et mis le cœur à nu, ndait plus le bruit en question, reparaissait avec son intensité e aussitôt que le sternum était ı place (*a*). Dans des expé-le la Commission médicale de ın constata aussi une augmen-ès notable du son lorsqu'on ıit d'une planchette le cœur ement mis à nu (*b*). Mais, d'un ıé, des expériences non moins ı montrent que ce choc ne tre considéré comme la seule bruit produit par les mouve-u cœur.

ıdie avait cru remarquer que s du cœur cessaient complé-ıès que le sternum était en-que cet organe ne trouvait tre corps résistant contre le-pût frapper (*c*). Mais d'autres expérimentateurs ne tardèrent pas à reconnaître que cela n'est pas. Ainsi, M. Hope constata la production de ces bruits chez un Ane dont le cœur avait été mis à découvert, et des faits analogues ont été recueillis par M. Bouillaud et plusieurs autres physiologistes (*d*).

Magendie pensait aussi que l'interposition d'une couche d'eau ou d'un corps mou entre le cœur et la paroi thoracique empêchait la production du son. Mais les expériences des Commissions de l'Association britannique prouvent que la cessation des bruits cardiaques ne s'obtient pas de la sorte, et que l'intensité du son est seulement diminuée, soit par l'injection de l'eau dans le péricarde (*e*), soit par l'interposition d'une couche d'étoupe entre le cœur et la paroi du thorax (*f*).

(1) M. Rouanet et quelques autres pathologistes attribuent à cette cause seulement le premier bruit du cœur (*g*); mais cette opinion doit tomber devant

endie, *Mém. sur l'origine des bruits normaux du cœur* (*Mém. de l'Acad. des sciences*, XIV, p. 155).
ırt *of the Dublin Sub-Committee* (*loc. cit.*, 1835, p. 240).
endie, *Op. cit.*
e, *Medical Gazette*, 1830, et *A Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 13 et 54.
illaud, *Traité clinique des maladies du cœur*, 1835, t. I, p. 128.
ort *of the London Sub-Committee* (*Op. cit.*, Bristol, 1836, p. 270).
mier *Rapport de Dublin* (*loc. cit.*, 1835, p. 246).
mier *Rapport de la Commission de Londres* (*British Associat.*, 1836, p. 267).
ıanet, *Analyse des bruits du cœur*. Thèse, Paris, 1832.
ıisch, *Ueber die Schallerzeugung in den Kreislaufs Organen* (*Verhandl. der Phys. Med. zu Würzburg*, 1850, t. I).

L'action exercée par le courant circulatoire sur les diverses parties saillantes et élastiques des voies que le sang parcourt dans l'intérieur du cœur peut contribuer aussi à la production du bruit complexe dont la systole ventriculaire est accompagnée, et par conséquent le caractère de ce son peut être modifié par l'altération pathologique de toutes ces parties ; mais l'étude de ces bruits anormaux est étrangère au sujet de ce cours (1), je ne m'y arrêterai donc pas, et je me bornerai à ajouter que, dans certains états morbides, le bruit systolique

les expériences dans lesquelles on a constaté la persistance de ce phénomène lorsque le rapprochement des valvules auriculo-ventriculaires avait été rendu impossible par l'introduction du doigt ou d'un instrument à branches élastiques, de l'oreillette jusque dans la cavité des ventricules (*a*).

Cependant si cette hypothèse absolue n'est pas admissible, il ne s'ensuit pas que le jeu de ces valvules ne puisse concourir dans une certaine proportion à produire ce bruit complexe et à en déterminer le caractère. Effectivement cela paraît être ainsi, car dans quelques expériences où le jeu des valvules auriculo-ventriculaires a été entravé par la dépression d'une portion des parois de l'oreillette jusque dans l'ouverture dont elles garnissent les bords, on a remarqué que le début du bruit systolique était moins clair et moins fort que d'ordinaire, ou manquait même tout à fait (*b*). Des résultats analogues furent obtenus, quand, à l'aide d'un petit instrument à branches mobiles introduit dans le passage auriculo-ventriculaire, on empêchait les valvules de se rapprocher (*c*).

M. Choriol a cherché à expliquer le bruit systolique par la distension de ces valvules et le choc des parois ventriculaires entre elles, mais il n'a apporté aucun fait nouveau à l'appui de cette opinion (*d*).

(1) Les résultats fournis par l'expérience suivante et d'autres observations du même ordre ont porté quelques physiologistes à attribuer le premier bruit du cœur au passage rapide du sang sur la surface irrégulière des ventricules, lorsque ce liquide se rend aux artères. Le cœur d'un Veau ayant été arraché et suspendu par la base, on remplit les ventricules avec de l'eau, et l'on exerça avec la main des mouvements brusques de compression sur ces réservoirs, de façon à en chasser le liquide pendant que l'observateur tenait l'oreille appliquée à un sté-

(*a*) *Report of the London Sub-Committee* (*Brit. Associat.*, Bristol, 1836, p. 205).

(*b*) *Second Report of the London Sub-Committee* (*Brit. Associat.*, Glasgow, 1840, p. 178).

(*c*) *Op. cit.*, p. 186.

— Hope, *A Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 38.

(*d*) Choriol, *Observ. sur la structure, les mouvements et les bruits du cœur*. Thèse, Paris, 1841, n° 82, p. 20 et suiv.

assez intense pour être entendu, non-seulement par du lui-même, mais aussi par un observateur dont est placée à environ un pied de la poitrine de celui-ci.

— Le bruit supérieur, qui, par sa position, est en rapport base du cœur, et qui, sous le rapport de la coïncidence nomènes, correspond tant à la dilatation des ventricules clôture des valvules sigmoïdes dont l'entrée des artères nie, paraît dépendre principalement de ce dernier mou- (1). En effet, pour le suspendre ou pour en changer

Second bruit, ou bruit supérieur.

flexible placé contre les es. Un son ayant de la res- e avec le premier bruit du fit entendre; un son analogue isait aussi quand on poussait tre l'autre les parois des ven- ides (*a*).

pinions dont j'ai déjà rendu ne sont pas les seules qui ont es touchant la cause du pre- uit cardiaque. Ainsi M. Wan- ibue ce phénomène à la des lames fibro-cartilagi- ui se trouvent dans l'anneau a base du cœur, dans l'origine res aorte et pulmonaire, et attache aux diverses fibres ires des ventricules. Il suppose sang passant sur les cordes ses insérées dans le voisinage laques est mis en vibration a contraction des ventricules, fonde sur les changements marqués dans les sons rendus œur auquel il faisait exécuter lement des mouvements de resserrement et de relâchement, et auquel il a coupé les points d'inser- tion de ces cordes tendineuses (*b*). Mais les expériences dans lesquelles on a empêché le jeu des valvules au- riculo-ventriculaires sans faire cesser le bruit inférieur du cœur renversent cette hypothèse.

Je dois ajouter que M. Cruveilhier attribue le premier bruit du cœur au redressement brusque des valvules sigmoïdes dans le moment où la con- traction des ventricules lance une ondée de sang dans chaque tronc ar- tériel (*c*). Mais, dans les expériences faites par la Commission des méde- cins de Londres, ce bruit a continué après que l'on eut arrêté le jeu des valvules en question à l'aide de cro- chets introduits dans les grosses ar- tères (*d*).

(1) Laënnec attribuait le bruit supé- rieur du cœur à la contraction des oreillettes (*e*). Mais, ainsi que le fit remarquer M. Turner, ce bruit suc- cède à celui produit par la contrac-

rt *of the Dublin Sub-Committee* (*Brit. Associat.*, 1835, p. 247).
ner, *Sur les bruits du cœur* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1849, t. XXVIII,
eilhier, *Note sur les mouvements et les bruits du cœur* (*Gazette médicale*, 1841, t. IX,
iams, Todd et Clendinning, *Op. cit.* (*Brit. Associat.*, 1836, p. 267).
nec, *Traité de l'auscultation médiate*, t. II, p. 399 et suiv.

tout à fait le caractère, il suffit
jeu de ces soupapes.

Ainsi, quand à l'aide de croch
artères, on retient les valvules si
vaisseaux, un bruit de soufflet se
qui se produit d'ordinaire dans la
bien un silence complet occupe to
entre les deux systoles ventricul
prend part à la production de ce pl
en question dépend principalem
sigmoïdes de l'aorte. Quelques p

tion des ventricules, et précède le long silence ou repos qui termine le cycle de ces phénomènes ; or la systole des oreillettes précède celle des ventricules, et par conséquent ne peut être la cause de vibrations sonores qui ne se font entendre qu'après celles produites par cette dernière contraction (*a*). Il est aussi à noter que M. Hope a reconnu expérimentalement que la cessation des mouvements de systole des oreillettes n'arrête ni n'altère notablement ce bruit (*b*).

M. Turner, en faisant cette rectification, tomba à son tour dans l'erreur, car il supposa que le second bruit en question dépendait de la chute du cœur sur le péricarde pendant la diastole ventriculaire ; mais les expériences des médecins de Londres prouvent que le phénomène acoustique persiste lorsque le cœur

(*a*) Turner, *Observ. on the Cause of the Sounds*
Chirg. Soc. of Edinburgh, t. III).

(*b*) Hope, *A Treatise on the Diseases of the Hea*

(*c*) *London Committee*, *Op. cit.* (*Brit. Associat.*,

(*d*) Marc d'Espine, *Op. cit.* (*Arch. gén. de médec*

(*e*) Voyez ci-après, p. 44 et 45.

(*f*) Chorioi, *Observations sur la structure, le*
1841, p. 26.

de ce bruit au choc produit par le sang qui entre dans llettes au moment de la diastole de ces réservoirs. D'a- elques expériences faites par M. Beau, je suis porté à ue ce phénomène peut y contribuer ; mais je ne connais

écutés par les valvules sig- orsque le sang lancé dans les nd à rentrer dans les ventri- Mais cette hypothèse, proposée M. Billing(*b*), n'acquit quelque ce que par les expériences de iet. Celui-ci constata que la ubite d'une membrane élas- toujours accompagnée d'un nt plus ou moins distinct, et rience fort simple lui permit ssez bien sur un tronçon de orte ce qui se passe dans le ne en question. En effet, il l'extrémité supérieure de ce n tube vertical, et à l'extré- née du même vaisseau, au- point occupé par les valvules , un second tube garni infé- it d'une vessie pleine d'eau ; ressant périodiquement sur de, il fit monter par se- liquide dans l'appareil. Or, is que le mouvement ascen- enait à être interrompu, la l'eau contenue dans le tube rabattait les valvules, et le l'observateur, appliquée contre l'appareil, percevait un léger bruit (*c*).

Cette hypothèse du claquement des valvules sigmoïdes fut adoptée par MM. Billing (*d*), Carlisle (*e*), Bouillaud (*f*), etc., et l'expérience de M. Rouanet, répétée par la Commission des médecins de Dublin, donna le résultat annoncé. On remarqua aussi qu'en opérant de la même manière sur un tronçon d'aorte dont les valvules avaient été enlevées, la chute de la colonne liquide après chaque systole de la vessie déterminait un certain bruit prolongé, mais pas le son brusque qui se faisait entendre avant et qui ressemblait au bruit supérieur du cœur (*g*). Du reste, l'influence de ces valvules dans la production de ce bruit du cœur fut bientôt mise hors de doute par les expériences de M. Hope et des diverses Commissions de l'Association britannique. En effet, on constata, par diverses expériences faites sur des Veaux et sur des Anes : 1° que le bruit de soufflet se substitue au second bruit ordinaire, quand on aplatit le commencement des

Rouanet, *Analyse des bruits du cœur*. Thèse, Paris, 1832, n° 252, p. 18.
, *On the Auscultation and Treatment of the Affections of the Heart* (*The Lancet*, p. 198).
et, *Op. cit.*, p. 9.
aussi Monneret, *Études sur les bruits cardiaques* (*Revue médico-chirurg. de Paris*, 0).
, *Op. cit.* (*The Lancet*, 1832, p. 198).
lisle, *Abstract of Observations on the Motions and Sounds of the Heart* (*Report of the t. for the Advancement of Sciences*, Cambridge, 1833, p. 458).
ud, *Traité clinique des maladies du cœur*, 1835, t. I, p. 132.
ney, Adams, etc., *Second Report of the Dublin Sub-Committee* (*Brit. Associat.*, Bristol, 2).

aucun fait qui soit de nature à le dé
les cas, la manière graduelle dont les
doit faire penser que le choc produi
les parois cardiaques doit être faible (

grosses artères de façon à empêcher le jeu normal des valvules sigmoïdes (*a*) ; 2° qu'on peut obtenir ce résultat ou même suspendre tout à fait la production de ce bruit supérieur en introduisant des alènes dans ces mêmes artères, de façon à maintenir les valvules sigmoïdes écartées et appliquées contre les parois des vaisseaux (*b*). Des expériences tout à fait semblables et donnant les mêmes résultats avaient été faites précédemment sur des Veaux par une Commission de médecins de Londres, instituée aussi par l'Association britannique (*c*).

M. Beau objecte à l'expérience dans laquelle le bruit supérieur a cessé lors de la compression des troncs artériels, qu'il est impossible de pratiquer cette compression de manière à produire l'effet annoncé, sans qu'elle s'étende aux oreillettes de façon à empêcher la dilatation de ces réservoirs (*d*). Sur les petits animaux cela peut être difficile, mais chez les grandes espèces, telles que l'Ane ou le Veau, cela ne me semble pas impraticable.

Une autre objection plus grave se fonde sur le résultat d'expériences dans lesquelles la pointe du cœur ayant été enlevée de manière à permettre

l'écoule
reçu pa
par cor
dans le
vules e
aurait
ou bien
les art
naissan
vules s
supérie
est à
pas dit
tat s'o
détail
valeur
ajouter
logue,
et Clen
inférie
périeur
deux tr
vules (

(1) M
thèse d'
et l'on
la Com
faits qu
y donn
lité. A
des do

(*a*) *Report of the Dublin Sub-Committee* (*Brit. Associat.*,
(*b*) Hope, *A Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 37
— *Dublin Sub-Committee* (*loc. cit.*).
(*c*) *Report of the London Sub-Committee* (*Brit. Associat.*,
(*d*) Beau, *Traité d'auscultation*, p. 288.
(*e*) Beau, *Op. cit.*, p. 287.
(*f*) *Premier Rapport* (*Brit. Associat.*, 1836, p. 273).
(*g*) Beau, *Recherches sur les mouvements du cœur* (*Arc
et *Traité d'auscultation*, 1856, p. 223 et suiv.

Bruits anormaux.

— Les bruits dont nous venons d'étudier le mode de ›n ne sont pas les seuls qui accompagnent parfois les ›nts du cœur. Ainsi, il n'est pas rare d'entendre un ›is ou moins intense qui se mêle aux sons normaux, et te, en général, de la présence de quelque obstacle au ›ibre du sang dans certaines parties de cet organe, ou ›ux de ce liquide dû à l'insuffisance de l'un des appa- ›ulaires. Mais ces phénomènes sont du domaine de la ›ie plutôt que de celui de la physiologie (1).

oreillettes de façon à les usque dans les ventricules luire ainsi les doigts dans › auriculo-ventriculaires, le ›eur continue à se faire en- ›is le bruit supérieur cesse. ›r abord, cela semble prou- ›iction des oreillettes est in- › à la production de ce der- nous avons vu cependant ›t le modifier ou l'anéantir ›ger en rien le jeu de ces ›; et, en examinant de plus ›érience en question, on que les manœuvres pra- doivent avoir pour effet ›nent de suspendre l'action ›ttes, mais d'empêcher le ›ver par leur intermédiaire ›ntricules, et de là dans les › façon que par cela même › valvules sigmoïdes, dont est si manifeste sur le phé- ›oustique en question, de- ›ssible. Le fait constaté de la ›a Commission de l'Association britannique est donc en accord avec la théorie du claquement des valvules sigmoïdes, et ne fournit aucun appui solide à l'opinion de M. Beau (*a*).

Il est aussi à noter que dans les expériences de la Commission des médecins de Dublin, lorsque, par l'ablation de la pointe du cœur d'un Veau, le sang lancé par les oreillettes se trouvait poussé au dehors par la systole ventriculaire et ne pénétrait plus dans les artères, le premier bruit continua à se manifester, mais on n'entendit plus le second, qui d'ordinaire coïncide avec l'abaissement des valvules aortiques (*b*).

(1) Diverses expériences d'hydraulique prouvent qu'un bruit de souffle plus ou moins intense peut se produire quand le tube élastique dans lequel un liquide coule se rétrécit dans un point, soit par suite de la dépression de ses parois, soit par l'existence d'une bride ou d'une lamelle saillante dans son intérieur (*c*). Les vibrations sonores s'y engendrent comme dans un instru-

›s, Todd and Clendinning, *Op. cit.*, expérience n° 7, etc. (*Brit. Associat.*, 1836, t. V,

Report of the Dublin Sub-Committee on the Motions and Sounds of the Heart (*Brit.* 36, p. 281).

›ar exemple, les expériences relatées dans le *Deuxième Rapport de la Commission médi-* ›*es* (*Brit. Associat.*, Liverpool, 1837, p. 156).

Rhythme des bruits du cœur.

§ 9. — En général, chacu
chrone; mais il arrive parfoi
des temps égaux, ils offrent c

ment à vent, et cela explique comment un bruit de souffle s'obtient en faisant passer un courant d'eau à travers les cavités du cœur, fait qui a été constaté par M. Piorry et par plusieurs autres physiologistes (*a*).

Il est donc probable qu'un murmure de ce genre accompagne toujours le passage brusque du sang tant des oreillettes dans les ventricules que de celles-ci dans les artères, bien que dans l'état normal ces vibrations soient trop faibles pour être distinguées et se confondent avec les autres bruits du cœur; mais lorsque l'harmonie naturelle des parties est troublée et qu'une circonstance accidentelle vient augmenter l'une des causes productrices de ce bruit particulier, on l'entend aisément, et ses relations avec les autres bruits normaux varient suivant le siége de la lésion dont elle dépend.

Ainsi, quand on empêche la clôture complète des valvules sigmoïdes de l'aorte, soit en comprimant la partie correspondante de ce vaisseau, soit en accrochant avec une aiguille courbe une de ces soupapes, un bruit de souffle se substitue au bruit sec dont la diastole ventriculaire est ordinairement suivie, ou accompagne ce deuxième son (*b*). Cela s'explique facilement par

(*a*) Piorry, *Mém. sur les bruits du cœur et des*
t. V, p. 245).
— *Premier Rapport de la Commission médica*
p. 269).
(*b*) Hope, *A Treatise on the Diseases of the Hear*
— *Report of the London Sub-Committee* (*Brit.*
(*c*) *Report of the London Sub-Committee* (*loc. cit*
(*d*) Chauveau et Faivre, *Nouvelles recherches sur*

des intermittences dans les contractions de cet organe. quelquefois un de ces battements manque et est rempar un temps d'arrêt, et, dans d'autres cas, après chaque

léterminer aussi un bruit anorsouffle qui accompagnera l'en ı sang de l'oreillette dans le ıle, et qui précédera par conséle bruit systolique ordinaire, [ue le bruit dont il a été prénent question doit venir après .

ɜs observations pathologiques nt qu'il en est effectivement t que le premier bruit, ou bruit ue, prend d'ordinaire ce caracɔrmal quand la valvule mitrale rée dans sa structure de façon re de sa flexibilité, soit par lu développement d'un tissu ɔu cartilagineux dans son épaisɔit par l'effet de son épaississede la production de fausses anes à sa surface, d'adhérences contracte avec les parois du ıle, etc., etc. L'insuffisance des auriculo-ventriculaires, quelle soit la cause (qu'elle résulte étrécissement anormal de ces passages ou de la dilatation maladive du ventricule), la présence d'excroissances ou de concrétions fibrineuses dans les ventricules, l'insuffisance des valvules résultant d'un vice de conformation congénital, de la déchirure ou de la perforation de ces replis membraneux, et plusieurs autres lésions organiques du cœur, peuvent déterminer aussi le bruit de souffle dans le moment de la systole ventriculaire (*a*); et il résulte aussi des observations recueillies par plusieurs médecins, que ce phénomène peut se manifester dans des cas de troubles de la circulation dus à la pléthore, à l'appauvrissement du sang ou à certaines affections nerveuses et indépendamment de toute altération organique du cœur (*b*). Dans ces derniers cas, le bruit de souffle est en général doux; mais lorsqu'il dépend de l'insuffisance des orifices auriculo-ventriculaires ou de leurs valvules, ou bien encore de la présence d'aspérités pathologiques

yez Laënnec, *Traité d'auscultation médiate*, t. II, p. 428, 579, etc.
rtin-Solon, *Quelques observations de maladies du cœur* (*Journal hebdomadaire de méde*-32, t. IX, p. 467).
pe, *A Treatise on the Diseases of the Heart*, p. 70 et suiv.
uilland, *Traité clinique des maladies du cœur*, t. I, p. 173 et suiv.
au, *Traité d'auscultation*, p. 294 et suiv.
rth et Roger, *Traité d'auscultation*, p. 419 et suiv.
pp, *Beiträge zur Diagnostike des Klappenaffectionen der Herzens* (*Zeitschr. für rationn.* VIII, p. 147).
irard, *Des signes stéthoscopiques du rétrécissement de l'orifice auriculo-ventriculaire, et nent du bruit de souffle au second temps* (*Arch. gén. de méd.*, 1854, 5e série, t. III,

oda, *Traité de percussion et d'auscultation*, trad. par Aran, p. 268 et suiv.
isolle, *Traité de pathologie interne*, t. II, p. 269, etc.
iënnec, *loc. cit.*
urth et Roger, *loc. cit.*
cquemier, *De l'auscultation appliquée au système vasculaire des femmes enceintes*. Thèse, r 466, p. 8 et suiv.

systole ordinaire ou après plusieurs de ces mouvements, il y a une contraction du même ordre qui est beaucoup plus faible et plus précipitée. Quelquefois aussi les systoles auriculaire et ventriculaire ne se succèdent pas régulièrement, et

sur la surface de l'endocarde, il acquiert souvent plus d'intensité, change de timbre, et devient comparable à un bruit de râpe ou même de scie.

Quelquefois le premier bruit ou même le second change de timbre, et présente un retentissement métallique plus ou moins intense. Ce phénomène se manifeste surtout quand le cœur bat avec beaucoup d'énergie contre une surface sonore telle que le diaphragme, et que cette cloison est soulevée par l'estomac fortement distendu par des gaz, ou même contre le sternum ou les côtes (*a*).

Lorsque le bruit de souffle accompagne le deuxième son, il paraît être toujours dû à une lésion physique et dépendre de l'insuffisance de l'orifice artériel ou de l'insuffisance des valvules dont cet orifice est garni.

Dans l'état normal, le frottement du cœur contre le péricarde, ou, pour parler plus exactement, du péricarde cardiaque ou exocarde contre le feuillet costal de la même tunique, résultant des mouvements alternatifs de systole et de diastole, n'est accompagné d'aucun bruit; mais dans quelques états pathologiques où les surfaces en contact cessent d'être lisses, il en résulte des vibrations sonores plus ou moins intenses et d'un caractère particulier. Ce bruit, que Laënnec a comparé au cri du cuir (*b*), et qui ressemble tantôt au frôlement de la soie, mais devient quelquefois analogue au râclement d'une râpe, est un des signes caractéristiques de l'inflammation du péricarde (*c*). Parfois le frémissement vibratoire produit de la sorte était assez intense pour être senti par la main de l'observateur appliquée sur la région précordiale (*d*).

Quelquefois chaque série de bruits se compose non de deux, mais de trois et même de quatre sons successifs.

Lorsqu'on entend trois bruits, c'est en général le second qui est répété, et cela paraît tenir à un défaut de synchronisme dans le jeu des valvules sigmoïdes de l'aorte et de l'artère pulmonaire, dépendant de ce que l'un des ventricules se vide plus vite que l'autre.

Lorsque c'est le premier bruit qui se répète avant la production du second, la cause de l'anomalie peut dépendre d'une hypertrophie considérable de l'oreillette. Effectivement, dans quelques cas, la systole auricu-

(*a*) Barth, *De quelques phénomènes rares d'auscultation* (*Union médicale*, 1850, p. 1).
— Bouillaud, *Traité des maladies du cœur*, t. I, p. 195 et suiv.
— Racle, *Remarques sur certains phénomènes d'auscultation* (*Arch. gén. de méd.*), 1849, 4e série, t. XX, p. 275.
(*b*) Laennec, *Traité d'auscultation médiate*, t. II, p. 146.
(*c*) Collin, *Des diverses méthodes d'exploration de la poitrine*. Paris, 1824.
Hache, *Mém. sur la péricardite* (*Arch. gén. de méd.*, 1835, 2e série, t. IX, p. 172).
(*d*) Stokes, *Recherches sur le diagnostic de la péricardite* (*Arch. gén. de méd.*, 1834, t. IV).

dans le trouble de la circulation qui accompagne les expériences de vivisection, il n'est pas rare de voir les oreillettes se contracter plusieurs fois de suite dans l'intervalle de deux battements ventriculaires (1). Mais ces accidents, dont l'étude a beaucoup d'importance pour le diagnostic des maladies du cœur, n'intéresse pas assez la physiologie générale pour que nous nous y arrêtions ici, et c'est d'ailleurs un point dont nous aurons à nous occuper de nouveau lorsque je traiterai du pouls.

Le rhythme de ces bruits est sujet aussi à quelques variations, suivant les espèces et les conditions physiologiques des individus. Chez l'Homme, il est en général comparable à ce que les musiciens appellent une mesure à trois temps qui serait remplie par deux noires et un soupir, la première de ces notes correspondant au bruit inférieur, la seconde au bruit supérieur, et le soupir au repos.

Si l'on représente également en écriture musicale les mouvements des diverses parties du cœur, le synchronisme de toutes ces actions devient facile à saisir. Ainsi, indiquons le repos par

laire peut être accompagnée de la production d'un son obtus et court. Cela a été constaté dans certaines expériences où ces réservoirs avaient été fortement irrités et où leurs battements étaient beaucoup plus fréquents que les systoles ventriculaires (*a*). Un exemple de bruit additionnel accompagnant une hypertrophie de l'oreillette a été rapporté par M. Charcelay (*b*).

L'existence de séries de quatre bruits paraît pouvoir dépendre quelquefois d'un défaut de synchronisme dans les mouvements des cavités droites et gauches (*c*). Mais le plus souvent cela tient à l'addition de quelque bruit anormal plutôt qu'au dédoublement des bruits normaux.

(1) Ce phénomène, qui s'est produit souvent dans les expériences de Haller et des autres physiologistes, a été observé aussi par Wedemeyer chez le Hérisson, pendant le sommeil hibernal (*d*).

(*a*) *Second Rapport de la Commission de Londres* (*Brit. Associat.*, 1840), p. 182.

(*b*) Charcelay, *Mém. sur plusieurs cas remarquables de défaut de synchronisme des battements et des bruits des ventricules du cœur* (*Arch. gén. de méd.*, 1838, t. III, p. 393).

(*c*) Charcelay, *Op. cit.*

— Pressat, *Proposit.* (*Observ. sur un cas d'absence du nerf olfactif*, thèse, 1837, p. 114).

(*d*) Voyez Burdach, *Traité de physiologie*, t. VI, p. 243.

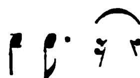
le signe appelé soupir, et l'activité par une note dont la valeur correspondra à la durée de ces phénomènes. Nous aurons alors, pour marquer leurs rhythmes respectifs et leurs coïncidences, les formules suivantes :

Bruits. . . . .
Systole auriculaire . . . .
Systole ventriculaire . . . .
Clôture des valvules sigmoïdes . . .
Clôture des valv. auriculo-ventricul.
Choc inférieur . . . .
Choc auriculaire . . . .

Quelquefois le grand silence se prolonge davantage, ce qui semble tenir à un affaiblissement de l'afflux du sang dans les ventricules, et d'autres fois cet intervalle de repos se raccourcit, le petit silence se prolonge, et le rhythme se rapproche de celui d'une mesure à deux temps (1).

(1) Quelques auteurs, ainsi que je l'ai fait ici, tiennent compte du petit silence qui sépare le premier bruit du second (*a*) ; mais d'autres négligent cet intervalle, et représentent, par conséquent, les trois temps par deux noires et un soupir (*b*).

MM. Hardy et Béhier, tout en reconnaissant le petit silence, ne croient pas devoir y assigner une valeur musicale dans le rhythme à trois temps; mais ils attribuent une valeur un peu plus grande au second silence (*c*), de façon qu'en notant leur évaluation, on aurait :



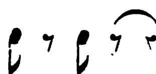
(*a*) Pigeaux, *Sur les mouvements du cœur* (*Rapport de M. Piorry, Archiv. gén. de méd.*, t. XXIV, p. 205).
— D'Espine, *Recherches sur le cœur* (*Arch. gén. de méd.*, 1831, t. XXVII).
— Barth et Roger, *Traité d'auscultation*, p. 282.

(*b*) Beau, *Recherches sur les mouvements du cœur* (*Arch. gén. de méd.*, 2e série, t. IX, p. 391) et *Traité d'auscultation*, p. 231.

(*c*) Hardy et Béhier, *Traité élémentaire de pathologie*, t. I, p. 346.

est aussi à remarquer que la durée relative des mouve-
its de systole et de diastole est susceptible de varier suivant
t des forces générales de l'économie (1). Ainsi, lorsque les

Delucq a cru devoir assigner à ces
valles des valeurs un peu diffé-
s (a) qui, ramenées au mode de re-
ntation précédent, donneraient :



ns le cas où, pour les battements
is temps, un intervalle apprécia-
: manifesterait entre la contrac-
les ventricules et le commence-
de la systole ventriculaire, on
t, pour représenter ces phéno-
s, la formule suivante :

S. O. D. O. S. V. R.



cela ne changerait en rien le
ime des bruits normaux du cœur.
fin M. Halford considère la durée
pos comme étant égale au temps
é par les deux bruits (b) :
ez le Cheval, le rhythme des mou-
nts du cœur n'est pas tout à fait
me ; le repos se prolonge davan-
et la succession des systoles se
nte de la manière suivante :

S. O. S. V. Repos.



ien encore :

S. O. S. V. R.



La succession des bruits sera alors :



Pour plus de détails à ce sujet, je renverrai au travail de MM. Chauveau et Faivre (c).

M. Volkmann a trouvé que, chez la Grenouille, la durée de la diastole est à celle de la systole comme 2 : 1, et que, chez les Poissons, la différence entre le temps occupé par ces deux mouvements alternatifs est beaucoup plus inégale. Ainsi, en représentant la durée de la systole par 1, il évalue celle de la diastole à 20, chez le Brochet (d).

(1) M. Volkmann a cherché à déterminer, avec plus de précision qu'on ne l'avait fait avant lui, la durée relative des différents mouvements du cœur de l'Homme ; et pour cela il mesure l'intervalle qui s'écoule, d'une part entre le premier et le deuxième bruit, d'autre part entre le deuxième et le premier. Pour apprécier le temps, il emploie un pendule dont on fait varier la longueur jusqu'à ce que ses oscillations coïncident avec la durée de l'intervalle observé, puis on évalue ces oscillations en fractions de seconde par leur comparaison avec les mouvements d'un pendule à secondes. En procédant de la sorte, M. Volkmann a été conduit à admettre que le temps

Delucq, *Recherches chronologiques ou rhythmiques sur la durée des bruits ou des silences aux du cœur*. Thèse, Paris, 1845.
Halford, *Expér. et observ. sur l'action et les bruits du cœur* (*Revue étrangère*, 1858, , et *Medical Times*).
Chauveau et Faivre, *Op. cit.* (*Gazette médicale*, 1856).
Volkmann, *Hæmodynamik*, p. 267.

battements de cet organe se ralentissent par suite de son affaiblissement, c'est le temps de repos qui se prolonge (1).

On a constaté aussi quelques différences dans le rhythme des mouvements du cœur pendant les premiers temps de la vie (2), mais l'étude de ces variations intéresse les médecins plus que les physiologistes, et il ne me paraît pas nécessaire de nous y arrêter davantage ici.

qui s'écoule entre le premier bruit et le second, et qui doit correspondre à la durée de la systole ventriculaire, est au second intervalle, lequel correspond au repos du ventricule, dans le rapport de 96 à 100 (*a*) ; mais cette méthode me semble offrir une rigueur apparente plutôt que réelle, car la coïncidence entre la durée de chaque intervalle et la longueur des oscillations du pendule ne peut être saisie que de loin en loin, et pour arriver à des mesures certaines, il faudrait avoir des séries d'observations. Pour lever toute incertitude à cet égard, il faudrait à chaque bruit pointer le phénomène sur une bande de papier qui se déroulerait d'un mouvement uniforme, les distances seraient proportionnées aux temps, et leur longueur relative donnerait le rapport cherché.

(1) Ainsi, dans les expériences faites par M. Volkmann sur le système du mouvement du cœur chez la Grenouille, la durée des systoles n'a varié que fort peu, soit qu'il y eût ralentissement ou accélération des pulsations, et les différences dépendaient principalement de la durée inégale des diastoles comparées aux systoles. Ces dernières ont varié entre 2 et 11 (*b*).

(2) Il résulte des observations de M. Churchill, que, chez le fœtus, le premier et le deuxième bruit se succèdent à peu près comme chez l'adulte ; mais c'est ce dernier qui est le plus intense, au lieu d'être le plus faible, ainsi que cela a lieu plus tard. Immédiatement après la naissance, le rhythme change, et peut être représenté de la manière suivante :



Vers l'âge de dix-huit mois, le premier repos s'abrége beaucoup, et le rhythme devient, d'après M. Churchill,



le premier bruit, correspondant à la première noire, étant le plus fort (*c*).

(*a*) Volkmann, *Ueber Herztöne und Herzbewegung* (*Zeitschr. für rationn. Med.*, 1845, t. III, p. 325).

(*b*) Volkmann, *Hæmodynamik*, p. 267, 383.

(*c*) F. Churchill, *On the Rhythm of the Heart of the Fœtus in Utero and of the Infant after Birth* (*Dublin Quarterly Journ. of Med. Science*, 1855, t. XIX, p. 326).

TRENTE-DEUXIÈME LEÇON.

De la fréquence des battements du cœur; circonstances qui influent sur ce phénomène. — Du débit de la pompe ventriculaire. — De la force motrice développée par cet organe.

§ 1. — La fréquence des coups de piston que donne l'espèce de pompe irrigatoire constituée par le cœur est facile à apprécier, non-seulement par l'observation directe des mouvements de cet organe, mouvements que l'on peut sentir au toucher à travers les parois du thorax, ou entendre en appliquant l'oreille sur la poitrine, mais aussi par l'examen du pouls, c'est-à-dire des battements qui se produisent dans les artères et qui sont une conséquence directe de la contraction du ventricule gauche. Nous reviendrons bientôt sur l'étude du mécanisme de ces battements artériels, mais nous pouvons dès ce moment nous en servir comme signe indicatif de mouvements correspondants dans le jeu du cœur; et comme l'observation du pouls est plus commode à faire que celle des contractions ventriculaires, c'est en général ce moyen détourné qu'on emploie pour apprécier la fréquence des battements de cet organe. **De la fréquence des battements du cœur chez l'Homme.**

Depuis l'antiquité, l'étude du pouls des malades a beaucoup occupé les médecins (1); mais la constatation exacte de la marche de ce phénomène dans l'état normal de l'organisme est d'une date assez récente. Le célèbre astronome Kepler paraît

(1) Hippocrate confondait sous le nom de *pouls* (σφυγμὸς) les battements des vaisseaux sanguins et les palpitations des muscles; mais la nature du phénomène qui nous occupe ici paraît avoir été connue de Rufus d'Éphèse, qui vivait au commencement du IIe siècle de l'ère chrétienne.

a été le premier à publier des observations numériques à ce sujet (1), et c'est de nos jours seulement que les méthodes de la statistique ont été appliquées aux recherches de ce genre.

Les variations qui s'observent dans le degré de fréquence des battements du cœur dépendent d'une multitude de causes, dont les unes agissent dans le même sens et dont les effets s'ajoutent, tandis que les autres agissent en sens inverse, et par conséquent diminuent d'autant les résultats dus aux premières. Il s'ensuit que les différences observées dans le nombre des pulsations chez une série d'individus ne marchent jamais proportionnellement aux inégalités de grandeur de l'une quelconque de ces causes perturbatrices, et que pour saisir les rapports qui peuvent exister entre ces deux ordres de faits, il faut avoir recours aux procédés employés par les statisticiens dans les recherches du même ordre. Pour cela il faut opérer, non sur des séries d'individus, mais sur des séries de groupes d'individus, séries dans lesquelles la condition dont on cherche à apprécier l'influence croît régulièrement, mais où les effets dus aux autres causes de variations se compensent dans chaque groupe et disparaissent comme ces mêmes effets s'effacent dans la moyenne générale fournie par la réunion de toutes les individualités. Il faut donc réunir dans chacun de ces groupes un nombre considérable d'individus, et lorsqu'on ne pourra pas agir sur des nombres suffisamment grands, il faut faire varier les combinaisons suivant lesquelles les groupements sont effectués, afin de contrôler les résultats fournis par une première série d'observations ; enfin il faut négliger les petites inégalités qui peuvent se manifester dans la direction de

(1) Voyez à ce sujet le grand ouvrage de Haller (a). L'emploi d'une montre à secondes pour l'évaluation de la vitesse du pouls paraît avoir été connu, dans la pratique médicale, vers le commencement du XVIIIe siècle, par Floyer (b), dont l'ouvrage contient plusieurs observations intéressantes mêlées à un grand nombre d'hypothèses gratuites.

(a) Haller, *Elementa physiologiæ corporis humani*, t. II, p. 259.
(b) Floyer, *The Physician's Pulse watch*. London, 1707.

la ligne qui représente la série des faits, comparée à la ligne qui correspond à la marche de la condition dont on étudie l'influence, et ne tenir compte que de la tendance générale.

C'est de la sorte, et de la sorte seulement, que le physiologiste peut bien apprécier les relations qui existent entre la fréquence des mouvements du cœur et chacune des circonstances qui sont de nature à influer, soit directement, soit indirectement, sur l'activité fonctionnelle de cet organe : l'âge, la taille et le sexe des individus, par exemple. Malheureusement, le nombre de faits recueillis est, en général, beaucoup trop faible pour nous permettre d'établir la mesure exacte des effets dus à chacune de ces influences en particulier, mais les tendances générales qu'ils révèlent sont nettement indiquées.

Influenc de l'âge sur la fréqu des battem du cœur

§ 2. — Lorsque l'action exercée par une des conditions variées dont on étudie les effets est très grande comparativement à celle des autres forces perturbatrices, il suffit d'un petit nombre d'observations pour en constater l'existence, et c'est ainsi que tous les médecins ont pu facilement reconnaître une coïncidence remarquable entre le degré de fréquence des contractions du cœur et l'âge des individus soumis à leur examen. Pour peu que l'on compte les battements du pouls qui se succèdent en une minute chez des enfants nouveau-nés, chez des adolescents et chez des adultes, on voit que ces mouvements se ralentissent avec les progrès de la croissance, et que, dans les premiers temps de la vie surtout, les différences sont très grandes. Mais lorsqu'on veut apprécier d'une manière plus précise le degré d'influence que l'âge exerce directement ou indirectement sur la marche de ce phénomène, et qu'on cherche à constater la durée de cette influence, on éprouve plus de difficultés, et il devient nécessaire de beaucoup multiplier les observations.

Galien a dit que le pouls est non-seulement le plus rapide dans l'enfance, mais le plus lent dans la vieillesse, et jusqu'en

ces derniers temps cette opinion a été généralement adoptée (1). Quelques auteurs ont été plus loin, et ont cru pouvoir fixer la mesure de ce ralentissement continu. Ils admettent que le nombre des contractions du cœur diminue dans la même proportion quand l'homme adulte approche des limites extrêmes de la vie que lorsqu'il passe du bas âge à l'époque de la puberté (2). Mais les recherches effectuées depuis quelques années nous apprennent que ces variations ne suivent pas une marche aussi régulière, et qu'après avoir diminué assez rapidement pendant les premières périodes de la vie, le nombre des pulsations reste à peu près stationnaire pendant fort longtemps, puis se relève de nouveau dans la vieillesse.

Le bruit qui accompagne les contractions du cœur a permis aux médecins de constater le nombre des battements de cet organe chez le fœtus qui est encore renfermé dans le sein de sa mère. En général, on compte environ 140 de ces mouvements par minute (3).

(1) Galien, *De pulsibus, ad tyrones libellus* (*Oper. omn.*, tome III, p. 44, édit. de 1625).

(2) Ainsi Sœmmering, en se fondant sur les recherches de Floyer et sur les observations qui lui étaient propres, a évalué de la manière suivante la fréquence du pouls aux divers âges (*a*) :

	Nombre des pulsations.
A la naissance	130 à 140
Pendant la 1re année, environ	120
Pendant la 2e année. .	110
— la 3e année. .	90
A 7 ans	85
A l'âge de la puberté.	80
A l'âge viril	75
Dans la vieillesse . . .	70

Ce tableau a été reproduit avec de légères modifications par divers physiologistes, mais sans en citer l'origine (*b*).

(3) L'application de l'auscultation à l'étude des mouvements du cœur du fœtus a été faite d'abord en vue seulement de la constatation de la grossesse (*c*), mais a conduit bientôt à des résultats intéressants pour la physiologie.

D'après les observations recueillies par M. P. Dubois, il n'y aurait aucune différence notable dans le nombre de ces battements pendant les derniers mois de la grossesse, et ce nombre moyen serait d'environ 144 ; en gé

(*a*) Sœmmering, *De corporis humani fabrica*, t. V, p. 100.
(*b*) Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*, t. II, p. 396.
(*c*) Kergaradec, *Mém. sur l'auscultation appliquée à la grossesse*. In-8, 1822.

Dans les premiers temps de la vie extra-utérine, le pouls n'est guère moins rapide, et les variations que l'on observe à cet égard pendant les premiers mois me paraissent tenir à des circonstances indépendantes de l'âge des enfants. Terme moyen, on peut évaluer à environ 130 le nombre des pulsations dans le premier mois qui suit la naissance; mais quand l'enfant commence à rester plus longtemps éveillé et à faire un plus fréquent usage de ses muscles, son cœur bat un peu plus vite, et, vers la fin du troisième mois, donne le plus ordinairement environ 140 pulsations par minute. L'excitation produite par le travail de la dentition peut introduire ensuite d'assez grandes perturbations dans la marche de ce phénomène; mais, dans la seconde année de la vie, le pouls se ralentit notablement et le nombre des battements continue à diminuer d'une manière assez régulière jusqu'à l'âge adulte (1).

néral, les variations seraient entre 140 et 150 (*a*).

M. Jacquemier a vu le nombre de ces pulsations varier entre 108 et 160; il adopte comme moyenne 133 (*b*).

M. Hohl a compté, en général, environ 138 de ces battements (*c*).

Dans une série de 600 observations du même genre, faites par M. Nægele, les nombres extrêmes étaient 180 et 90; la moyenne, 135 (*d*).

Ces nombres concordent aussi parfaitement avec ceux donnés plus récemment par M. Churchill, qui a trouvé pour extrêmes 110 et 160; mais, terme moyen, 136 pulsations (*e*).

(1) Floyer, qui fut, je crois, le premier à compter le pouls des enfants nouveau-nés, évalue le nombre ordinaire de ces battements à 134; Bryan-Robinson en trouva 150 chez un enfant de huit jours, et Haller adopta, comme nombre normal, 140 (*f*) : évaluation qui est assez généralement admise par les physiologistes, mais qui paraît être en réalité un peu trop élevée. Pour se former des idées justes à cet égard, il est nécessaire d'examiner la question de plus près qu'on ne le fait d'ordinaire,

(*a*) P. Dubois, *Rapport sur l'application de l'auscultation à la pratique des accouchements, etc.* (*Arch. gén. de méd.*, 1831, t. XXVII, p. 465).

(*b*) Jacquemier, *De l'auscultation appliquée au système vasculaire des femmes enceintes et du fœtus*. Thèse, Paris, 1837, n° 466, p. 19.

(*c*) Hohl, *Die geburtshülfliche Exploration*, 1833, t. I.

(*d*) Nægele, *Die geburtshülfliche Auscultation*, 1838, p. 35.

(*e*) Churchill, *On the Rhythm of the Heart of the Fœtus in Utero* (*Dublin Quarterly Journ. of Med. Sciences*, 1855, t. XIX, p. 326).

(*f*) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 259.

De vingt à trente ans, le nombre moyen des battements du cœur descend au-dessous de 72 par minute, et, de vingt à cinquante, il ne dépasse pas ce chiffre. Mais, aux approches de la vieillesse, le pouls devient un peu plus fréquent ; de soixante à quatre-vingts ans, il est en moyenne d'environ 75, et dans l'extrême vieillesse il s'élève à près de 80.

Cette tendance au ralentissement des mouvements du cœur,

et de chercher à distinguer les effets de l'âge des variations déterminées par d'autres causes.

Ainsi, il résulte des observations de M. Lediberder, qu'au moment même de la naissance, et avant que la section du cordon ombilical ait été faite, le cœur ne bat que de 72 à 100 fois par minute (terme moyen, 83 fois), au lieu de 130 ou 140 fois, comme cela avait lieu avant le commencement du travail de l'accouchement. Mais ce ralentissement est pour ainsi dire accidentel ; car, au bout de trois ou quatre minutes, une réaction vive s'opère, et l'on compte le plus souvent environ 160 battements par minute (*a*). Les mouvements du cœur se calment ensuite, et pendant les premières vingt-quatre heures la moyenne ne paraît pas atteindre 130.

Ainsi M. Gorham (de Londres) a trouvé, chez seize enfants âgés de moins d'un jour accompli, de 100 à 160 pulsations, et a obtenu comme moyenne 123 (*b*).

Des observations recueillies par M. Mignot ont donné une moyenne de 125 pulsations par minute chez des enfants âgés de quatre à sept jours. Les extrêmes étaient 108 et 134 (*c*).

Chez quarante-deux enfants d'un jour à une semaine, observés par M. Gorham, les extrêmes étaient à peu près les mêmes (160 et 96) ; mais la moyenne s'est élevée à 128.

Pendant les deuxième, troisième et quatrième semaines de la vie, cet auteur a vu le nombre moyen des battements du cœur s'élever à 135.

Ainsi la moyenne générale pour les enfants de 0 âge à un mois serait, d'après les recherches de M. Gorham, un peu au-dessus de 130.

Ce résultat s'accorde assez bien avec ceux obtenus à Paris par M. Trousseau, et à Bruxelles par M. Quetelet. Ce dernier auteur ne précise pas l'âge des enfants qu'il a observés, dit-il, immédiatement après la naissance, mais il est à présumer qu'ils avaient d'un à huit jours. Sur 36 observations, 23 ont donné entre 125 et 145 pulsations ; les extrêmes étaient d'une part 104, d'autre part 165, et la moyenne générale était 135 (*d*), chiffre

(*a*) Lediberder, *Recherches sur les changements qui surviennent chez l'enfant au moment de la naissance* (voyez Valleix, *Clinique des enfants nouveau-nés*, 1838, p. 26).

(*b*) Gorham, *Observ. on the Pulses of Infants* (*London Medical Gazette*, 1837, t. XXI, p. 324).

(*c*) Mignot, *Recherches sur les phénomènes normaux et morbides de la circulation, de la caloricité et de la respiration chez les nouveau-nés*. Thèse, Paris, 1851, p. 10.

(*d*) Quetelet, *Sur l'Homme et le développement physique de ses facultés*, 1835, t. II, p. 84.

la première enfance jusqu'à l'âge adulte, se manifeste outes les séries d'observations recueillies par les auteurs it appliqué les méthodes de la statistique à l'étude de cette on; mais le nombre des faits recueillis jusqu'ici, quoique rès considérable, n'est pas suffisant pour nous faire ître la loi du phénomène (1). La courbe qui représente ces nces n'est pas régulière, et, dans l'état actuel de nos

liffère que peu de celui qu'au-ourni les recherches de M. Gor-n n'y comprenant pas les en-és de moins d'un jour.

rousseau, en faisant des obser-sur des enfants de quinze à ours, a compté, terme moyen, sations par minute (*a*).

les enfants d'un à cinq mois, ham a vu les battements du arier entre 104 et 176 ; ce qui ne pour moyenne un peu plus

les enfants d'un à deux mois, asseau trouva, au contraire, oyenne un peu moins élevée ez ceux du premier mois; elle que de 132, et entre deux et is d'âge il vit cette moyenne à 128.

les enfants de six mois à un Trousseau a trouvé en moyenne lsations par minute, et chez un an à vingt et un mois, seule-18.

orham a obtenu une moyenne up plus élevée pour la même . Chez les enfants de cinq mois à deux ans, il a trouvé, terme moyen, 130.

M. Seux (de Marseille) a fait plus récemment des observations sur le même sujet, et il a trouvé que chez les enfants nouveau-nés qui sont bien portants et dans un état de calme parfait, le nombre des pulsations est le plus souvent de 120 à 140. Les variations individuelles se sont étendues de 80 à 164, mais il a compté de 140 à 160 plus fréquemment que de 100 à 120, et il a trouvé que le pouls dépassait 160 plus souvent qu'il ne tombait au-dessous de 100 (*b*).

(1) Ainsi que je l'ai déjà dit, on croyait jadis que le pouls se ralentissait de plus en plus par les progrès de l'âge, et dans beaucoup d'ouvrages qui ne sont pas fort anciens, on avançait que dans l'âge viril on compte 70 battements par minute, tandis que dans la vieillesse il n'y en a que 60; mais les recherches de statistique physiologique faites d'abord par MM. Leuret et Mitivié, puis par MM. Hourmann et Dechambre, par M. Pennock, par M. Guy, par

usseau, *Lettre à Bretonneau sur le pouls des enfants à la mamelle* (*Journ. des connaiss. hirurg.*, 1841, p. 28).
ger, *Rapport sur un travail de M. Seux sur le pouls chez les nouveau-nés* (*Union* , 1855, t. IX, p. 522).

connaissances, nous pouvons dire seulement que le ralentissement effectué de la sorte est très considérable.

Ainsi, dans les tableaux publiés par M. Quetelet, le nombre moyen des pulsations, qui est de 136 à la naissance, tombe à 88 vers l'âge de cinq ans, à 78 de dix à quinze ans, et à 70 vers vingt ans.

M. Volkmann et par quelques autres observateurs, prouvent qu'il en est tout autrement (*a*).

Ainsi MM. Leuret et Mitivié ont comparé entre eux, d'une part les élèves de l'école vétérinaire d'Alfort, qui étaient tous des jeunes gens bien portants, dont l'âge variait entre dix-sept et vingt-sept ans (moyenne vingt et un ans), et d'autre part les vieillards valides de l'hospice de Bicêtre, dont l'âge moyen était soixante et onze ans. Le nombre moyen des battements du cœur était : pour les jeunes gens, 65 ; pour les vieillards, 74 (*b*).

Chez les vieilles femmes, ces auteurs trouvèrent aussi un nombre de pulsations qui dépassait notablement celui qui s'observe chez les personnes du même sexe, dans la jeunesse ou dans l'âge moyen : ils obtinrent pour moyenne 77.

Dans les recherches de M. Pennock la moyenne générale, pour les hommes et les femmes d'environ soixante-sept ans, terme moyen était de 75.

J'ajouterai que chez deux cents vieillards en bonne santé, observés par M. Charlton, le pouls était en moyenne à 77 ; mais il y avait à cet égard des différences très considérables : ainsi, chez quelques individus, on ne trouvait qu'environ 40 battements par minute, tandis que chez d'autres on en comptait 96 ou 100 (*c*).

On n'est pas encore parfaitement fixé sur l'époque où l'augmentation de fréquence commence à se faire sentir. Dans la plupart des tableaux numériques dressés par les auteurs que je viens de citer, elle ne se manifeste, comme je l'ai indiqué ci-dessus, que dans la vieillesse ; mais les observations recueillies par M. Volkmann tendent à établir qu'elle commence plus tôt ; que le minimum est entre vingt et vingt-quatre ans. La différence est, il est vrai, très légère entre cette période de la jeunesse et l'âge mûr, et, jusqu'à soixante et quinze ans, les moyennes restent invariablement au-dessous de 72 ; mais de cinquante-cinq à soixante-cinq ans, cette moyenne est de 74 et 65 ans, et au-dessus elle s'élève à 75.

(*a*) Leuret et Mitivié, *De la fréquence du pouls chez les aliénés*. In-8, 1832.
— Hourmann et Dechambre, *Recherches cliniques pour servir à l'histoire des maladies des vieillards* (*Arch. gén. de méd.*, 1835, 2e série, t. IX, p. 338).
— Pennock, *Note on the Frequency of the Pulse and Respiration of the Aged* (*American Journ. of Med. Sciences*, 1847).
— Guy, art. PULSE (Todd's *Cyclopædia of Anat. and Physiol.*, t. IV, p. 183).
— Volkmann, *Hæmodynamik*.
(*b*) Leuret et Mitivié, *Op. cit.*, p. 39 et 40.
(*c*) Charlton, *De la pneumonie chez les vieillards*. Thèse, Paris, 1845, n° 71, p. 16.

On en jugera encore mieux par le tableau suivant, dressé par M. Volkmann, et dans lequel les résultats sont donnés pour chaque année :

Ages.	Nombre moyen des pulsations.
De 0 à 1 an	134
1 à 2	110,6
2 à 3	108
3 à 4	108
4 à 5	103
5 à 6	98
6 à 7	93
7 à 8	94
8 à 9	89
9 à 10	90,6
10 à 11	87
11 à 12	89
12 à 13	88
13 à 14	82
14 à 15	83
15 à 16	79,7
16 à 17	76
17 à 18	77
19 à 20	74
20 à 21	71

Influence des sexes.

§ 3. — Dans les premiers moments de la vie, il ne paraît y avoir aucune différence notable entre la fréquence du pouls chez les enfants des deux sexes (1) ; mais une certaine inégalité ne tarde pas à se manifester, et depuis le bas âge jusqu'à la

(1) M. Quetelet n'a trouvé aucune différence notable chez des enfants nouveau-nés de l'un et l'autre sexe : pour les deux le maximum de pulsations était de 165 ; le minimum était de 104 chez les garçons et de 108 chez les filles ; mais les moyennes étaient de 136 chez les premières et de 135 chez les secondes (*a*).

En employant les faits constatés par lui-même ou par ses devanciers, M. Guy a réuni environ 273 observations donnant le nombre de pulsations chez de petits enfants des deux sexes, et en a tiré les moyennes suivantes :

	Garçons.	Filles.
Au-dessous de 2 ans.	110	114
De 2 à 5	101	103
5 à 8	85	93
8 à 12	79	92 (*b*)

(*a*) Quetelet, *Sur l'homme et le développement physique de ses facultés*, t. II, p. 84.

(*b*) Guy, art. PULSE (Todd's *Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. IV, p. 184).

vieillesse extrême, le pouls est plus rapide chez les filles et l femmes que chez les garçons et les hommes. On en peut jug par le tableau suivant, dans lequel un médecin anglais, M. Gu a groupé les faits de manière à rendre la comparaison facile (1

Ages.	Hommes. Terme moyen.	Femmes. Terme moyen
De 2 à 7 ans.	97	98
8 à 14	84	94
14 à 21	76	82
21 à 28	73	80
28 à 35	70	78
35 à 42	68	78
42 à 49	70	77
49 à 56	67	76
56 à 63	68	77
63 à 70	70	78
70 à 77	67	81
77 à 84	71	82

Ainsi, vers l'âge de la puberté, la différence se prononc fortement; mais elle ne se lie pas aux fonctions reproductrice car, dans la vieillesse, au lieu de s'effacer, elle devient plu considérable (2).

(1) Ces observations ont été recueillies de façon à les rendre aussi comparatives que possible. Tous les individus étaient assis, à jeun, et examinés à la même heure (*a*).

(2) Ainsi, dans les observations comparatives recueillies en Amérique par M. Pennock, chez des personnes arrivées à la vieillesse, le nombre moyen des pulsations était, chez les hommes, de 72, et chez les femmes, de 78 (*b*).

MM. Hourmann et Dechambre ont compté les battements du cœur chez 255 vieilles femmes, et ont trouvé en moyenne 82 pulsations par minute.

Il résulte aussi des recherches ces auteurs, qu'à égalité d'âge, l'acc lération sénile du pouls est plus fr quente chez les vieilles femmes qui o une apparence de décrépitude que ch celles qui paraissent être robustes bien conservées. Ainsi, en classant la sorte en deux catégories les suj de leurs observations, ces auteurs o trouvé pour le deuxième group terme moyen, 80 pulsations par minut et pour le premier, 83,7. L'âge moy était 74 ans [illegible] et 74 ans [illegible]. Enfin, nombre d'individus qui offraient pl de 100 pulsations était dans la pr

(*a*) Guy, art. PULSE (Todd's *Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. IV, p. 184).

(*b*) Pennock, *Note on the Frequency of the Pulse and Respir. of the Aged* (*Amer. Journ. Med. scienc.*, 1847)

Fréquence des battements du cœur chez les divers Animaux.

Lorsqu'on compare entre eux des Animaux qui, par e d'organisation, ne s'éloignent que peu les uns des s divers Mammifères, par exemple, mais qui diffèrent entre eux par le volume de leur corps, on ne peut rappé de l'inégalité considérable qui se remarque dans ice de leur pouls. En général, dans les grandes espèces, e bat que lentement ; dans celles qui sont de moyenne s mouvements s'accélèrent, et dans celles qui offrent le volume, les pulsations se précipitent de manière à parfois difficiles à compter.

emple, chez le Cheval et le Bœuf, quand ces Anint au repos, le cœur ne bat en général que 36 ou ar minute. Chez l'Ane, on compte environ 50 pulsaiez le Mouton, de 60 à 80 ; chez le Chien, de 100 hez le Lapin, environ 150 ; et chez de petits Rongeurs, les Muscardins, environ 175 (1).

n peu moins de 5 pour 100 dans le second groupe, et 100 dans le groupe où les physiques de la vieillesse plus prononcés (a).

ouve réunis dans l'ouvrage h des observations faites naturalistes sur la fréquence ients du cœur chez un grand Animaux (b). Mais ces indiint quelque valeur qu'en ce me les Mammifères et les ar, chez les Animaux à sang variations déterminées par rature extérieure sont si qu'on ne peut rien conclure ions dans lesquelles on n'a pas tenu compte de cette circonstance.

M. Dubois (d'Amiens) a fait plus récemment quelques recherches sur le même sujet, et a compté chez le Lion 40 pulsations par minute ; chez la Panthère, 60 (l'Animal étant couché) ; chez l'Hyène, de 55 à 58 ; et chez le Tapir, 44 ; chez une Louve qui était dans un état d'agitation très grande, il a vu le pouls s'élever à 124 (c).

D'après une communication verbale qui m'a été faite par M. Eschricht, il paraîtrait que chez les Cétacés le pouls est remarquablement accéléré ; ainsi, chez le Marsouin, il y aurait au moins 150 battements par minute.

ann et Dechambre, *Recherches cliniques pour servir à l'histoire des maladies des aites à la Salpêtrière* (*Arch. gén. de méd.*, 2e série, t. IX, p. 353).
h, *Traité de physiologie*, t. VI, p. 289.
s (d'Amiens), *De la propulsion du sang dans le système vasculaire, considérée dans male* (*Bulletin de l'Académie de médecine*, 1840, t. V, p. 442).

Influence de la taille des individus.

On est donc naturellement conduit à penser que ch[ez] l'Homme l'inégalité de la taille doit être au nombre des circo[n]stances qui influent sur la fréquence relative des mouveme[nts] du cœur, et l'on doit se demander si les variations individuell[es] que nous avons rencontrées sous ce rapport chez les enfa[nts] et les adultes, ainsi que chez l'Homme et la Femme, ne dépe[n]draient pas des différences qui existent dans le volume de le[ur] corps.

Les physiologistes du siècle dernier avaient cru remarqu[er] que le pouls est généralement plus lent chez les hommes [de] grande stature que chez les personnes de petite taille (1). L[es] observations publiées de nos jours par M. Rameaux, professe[ur] à la Faculté de médecine de Strasbourg, tendent à prouv[er] qu'effectivement il en est ainsi, et ce savant a cru pouvo[ir] représenter par une formule algébrique les rapports qui, tout[es] choses étant égales d'ailleurs, existaient entre la longueur d[u] corps et la fréquence des battements du cœur (2).

(1) Ainsi, Senac dit que chez des hommes de six pieds il n'a compté que 60 pulsations, tandis qu'il en trouvait 70 chez les individus de cinq pieds ; 90 dans les corps de quatre pieds de haut et 100 dans ceux de deux pieds ; mais dans cet exposé, il ne tient pas compte de l'âge. Il a ajouté que chez les Cent-Suisses (soldats d'un corps d'élite appartenant à la maison militaire du roi et composé exclusivement d'hommes très grands), les battements des artères étaient très éloignés (a).

(2) Bryan Robinson fut, je crois, le premier à avancer que le temps employé par le cœur à effectuer un battement complet chez divers individ[us] à l'état normal est proportionnel à [la] longueur de leur corps ; en admetta[nt] que T : t :: L ½ : l ½ (T et t étaient [la] durée des battements, et L et l [la] longueur du corps), il calcula qu[el] serait le nombre des pulsations po[ur] des individus dont la taille variait d[e]puis dix-huit pouces jusqu'à six pie[ds] (anglais). Mais il trouva qu'en prena[nt] 65 pour le sommet de la série, l[es] nombres obtenus devenaient bea[u]coup plus forts que les nombres don[]nés par l'observation, à mesure que [la] taille diminue (b).

Dans un premier travail fait p[ar] MM. Rameaux et Sarrus (c), ces a[u]

(a) Senac, Traité du cœur, t. II, p. 214.
(b) Bryan Robinson, A Treatise of Animal Œconomy, p. 156, 2e édit., 1734.
(c) Rameaux, Sur le rapport entre la taille et le nombre des pulsations chez l'Homme (Bull. de l'Acad. de Bruxelles, 1839, p. 121).

Les observations de M. Volkmann viennent, dans une certaine mesure, à l'appui des déductions de M. Rameaux, et, d'après l'ensemble des faits constatés par ces auteurs, il me semble évident que la rapidité avec laquelle le cœur est destiné à fonctionner se trouve liée d'une manière intime au volume de l'organisme, non-seulement chez les individus d'une même espèce, mais chez les espèces différentes dans la grande division des Mammifères, et que là où la proportion de la surface du corps comparée à sa masse augmente, le nombre des coups de piston donnés par la pompe aortique en un temps déterminé tend également à s'élever.

Du reste, les recherches de M. Volkmann prouvent aussi,

teurs ont signalé la concordance remarquable qui existe entre le nombre de pulsations observées chez soixante-quatre soldats d'âge à peu près égal, mais de taille différente, et les nombres obtenus par le calcul, en admettant que les différences individuelles dans la fréquence de ces battements soient proportionnelles à la racine carrée de leurs tailles respectives.

Représentant par n le nombre observé chez un individu, par d la taille de cet individu, par d' la taille d'un second individu, et par n' le nombre des pulsations chez ce dernier, il admet que ces valeurs seront liées entre elles dans les rapports indiqués par la formule suivante :

$$n = n' \sqrt{\frac{d'}{d}}.$$

Dans une publication toute récente, M. Rameaux a développé davantage ces propositions, et a exposé les relations mathématiques qu'il croit exister entre l'activité fonctionnelle de l'ensemble de l'organisme considéré au point de vue de sa masse, et l'activité soit de la circulation, soit de la respiration (a). J'aurai l'occasion de revenir sur ce sujet quand je traiterai de la statique physiologique, et ici je crois devoir me borner à examiner jusqu'à quel point il y a coïncidence entre le développement du corps en volume et le développement du travail circulatoire représenté par la fréquence des battements du cœur.

M. Guy, qui a étudié avec beaucoup d'attention toutes les questions numériques dont nous nous occupons ici, n'a pu apercevoir aucune relation entre ces deux ordres de faits, et il repousse avec un peu trop de vivacité l'opinion de M. Rameaux (b). Mais, depuis lors,

(a) Rameaux, *Des lois suivant lesquelles les dimensions du corps dans certaines classes d'Animaux déterminent la capacité et les mouvements fonctionnels des poumons et du cœur* (*Mém. couronnés de l'Acad. de Bruxelles*, 1857, t. XXIX).

(b) Guy, art. PULSE (Todd's *Cyclop.*, t. IV, p. 185).

ce me semble, que ce n'est pas seulement à raison des diffé rences existantes dans le volume du corps que le pouls est pl fréquent chez l'enfant que chez l'adulte, ou chez la Femme q chez l'Homme. Pour jeter quelque lumière sur cette questio ce physiologiste a distribué en deux séries les personnes fo mant chaque groupe composé d'individus d'une même taill et, dans une de ces séries, il a réuni les plus jeunes, tand que dans l'autre série se trouvaient les plus âgés. Or comparaison des deux colonnes de ce tableau montre que da presque tous les cas, à taille égale, le pouls était le plus fré quent chez les plus jeunes sujets.

On voit aussi, par les tableaux numériques dus à M. Volk

de nouveaux faits ont été introduits dans la discussion par M. Volkmann, et celui-ci, tout en croyant devoir modifier la formule employée par le professeur de Strasbourg, se trouve conduit à admettre comme lui, que la taille exerce une influence considérable sur la fréquence des mouvements du cœur (*a*). En effet, M. Volkmann a groupé par catégories de tailles les divers individus dont il a pu déterminer directement le nombre des pulsations, et en comparant les résultats ainsi obtenus avec ceux que donne le calcul pour ces mêmes tailles, il a trouvé qu'en général il existait entre la théorie et les faits un accord assez intime.

Pour effectuer ces calculs, M. Volkmann croit préférable de substituer aux proportions admises par M. Rameaux celles indiquées dans la formule suivante, et de considérer, par conséquent, la fréquence du pouls comme étant en raison inverse de la longueur du corps élevée à la puis sance $\frac{5}{9}$.

Représentant par p la longueur d corps, et par l la taille, il pose donc l proportion

$$p : p' :: l'^{\frac{5}{9}} : l^{\frac{5}{9}},$$

et il arrive ainsi aux résultats suivants

TAILLE MOYENNE.	FRÉQUENCE DU POULS observée.	FRÉQUENCE DU POULS calculée.
Moins de 500mm	151,5	149,2
500 à 600	139,8	138,3
600 à 700	126,6	126,1
700 à 800	116,3	116,4
800 à 900	109,8	108,6
900 à 1000	106,6	102,1
1000 à 1100	101,3	96,6
1100 à 1200	93,6	91,8
1200 à 1300	92,2	87,6
1300 à 1400	87,7	84
1400 à 1500	85,1	80,7
1500 à 1600	77,8	77,8
1600 à 1700	73,2	75
1700 à 1800	71,9	72,5
1800 à 1900	72,5	70,5
1900 à 2000	73,4	68,5
Au-dessus de 2000	71,2	66,6

(*a*) Volkmann, *Die Hämodynamik nach Versuchen*, 1850, p. 420.

mann, qu'à égalité de taille, les Femmes ont presque toujours le pouls plus fréquent que celui des Hommes (1).

J'ajouterai que les recherches de Newport tendent à établir que chez les Insectes il y a également une fréquence plus grande des coups de piston de la pompe cardiaque chez les individus de petite taille que chez ceux dont le corps est d'un volume considérable (2); et nous verrons bientôt que ces variations dans l'activité fonctionnelle du système irrigatoire, de même que les différences dans la puissance respiratoire dont j'ai déjà eu l'occasion de parler (3), semblent être en harmonie avec la dépense de chaleur à laquelle l'organisme doit pourvoir.

Influence de la constitution individuelle.

Lorsqu'on étudie attentivement les mouvements du cœur, on remarque aussi que l'aptitude de cet organe à subir l'influence d'une foule de circonstances qui tendent à en modifier le jeu n'est pas la même à toutes les époques de la vie, et que chez les Femmes, de même que chez les enfants, les variations dans la fréquence du pouls, dépendantes de ces causes, sont plus grandes que chez l'Homme adulte. Ainsi c'est dans la première enfance que les différences d'individu à individu sont le plus considérables quand l'âge est le même, et chez les Femmes les nom-

(1) Newport a compté le nombre des battements du vaisseau dorsal chez une série de larves de Sphinx dont il avait déterminé préalablement le poids, et il a remarqué une tendance au ralentissement de ces mouvements à mesure que le volume du corps devenait plus considérable. Ainsi chez cinq individus dont le poids variait entre 56 et 77 grains, il trouva 50 ou 51 pulsations, tandis que chez d'autres dont le poids variait entre 80 et 100 grains, il ne trouva en général qu'environ 40 pulsations, et quelquefois moins de 30, toutes choses étant à peu près égales d'ailleurs (a).

(2) Cette prédominance dans la fréquence des mouvements du cœur ne se manifeste pas ici chez les petites filles comparées aux petits garçons, mais commence à exister chez les individus dont la taille dépasse 0m,925, et se maintient presque sans exception dans tous les groupes caractérisés par une augmentation de 25 millimètres dans la taille (b).

(3) Voyez tome II, p. 514.

(a) Newport, *On the Temperature of Insects* (*Philos. Trans.*, 1837, p. 318).
(b) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 436.

bres extrêmes s'écartent des nombres moyens plus que chez les Hommes. Mais cette impressionnabilité inégale ressortira mieux à mesure que nous étudierons les effets produits par les autres causes qui tendent à accélérer ou à ralentir les battements de cet organe.

Influence du repos et de l'activité musculaire.

§ 5. — Parmi les circonstances dont l'influence, au lieu d'être continue, comme celle du sexe ou de l'âge, ne s'exerce que d'une manière passagère, et détermine ainsi des variations dans la fréquence des mouvements du cœur chez le même individu considéré d'un jour à l'autre ou à différents moments dans la même journée, je signalerai d'abord l'état de repos ou d'activité musculaire.

Chacun a pu reconnaître par sa propre expérience que tout exercice musculaire un peu violent amène une accélération notable dans les mouvements du cœur (1), et, pour préciser davantage les faits à ce sujet, je rapporterai les résultats donnés par Bryan Robinson. Un homme, dit ce physiologiste, qui, étant couché, n'avait que 64 pulsations par minute, en offrait 78 après avoir marché d'un pas assez lent, 100 après avoir fait près d'une lieue et demie à l'heure, et jusqu'à 140, 150 ou même davantage, après avoir couru de toutes ses forces (2).

(1) Cette influence accélératrice se fait sentir aussi lorsque, sans déplacer tout le corps, une portion du système musculaire est mise en jeu avec force. Ainsi, en imprimant un mouvement oscillatoire à un poids assez léger tenu dans l'une des mains, pendant que le reste du corps demeure immobile, on peut déterminer une augmentation de 30, de 40, et même de 50, dans le nombre des battements du cœur (*a*).

(2) L'accélération du pouls par l'effet de la marche n'avait pas échappé à l'attention de Keil (*b*). Robinson présente les résultats mentionnés ci-dessus sous une forme générale, mais sans indiquer le nombre d'observations sur lesquelles il se fonde. Floyer et Schwenke ont fait aussi des recherches sur ce point (*c*).

Le docteur R. Knox, dont j'aurai souvent à citer les observations sur

(*a*) Bryan Robinson, *Treatise of the Animal Economy*, 1734, p. 180.
(*b*) Keil, *Medicina statica Britannica* (*Tentamina medico-physica*, etc., p. 172, édit. de 1730).
(*c*) Voyez Haller, *Elementa physiologiæ*, t. II, p. 265.

Ce n'est pas seulement chez l'Homme et les Animaux les plus semblables à nous par leur mode d'organisation que les phénomènes de cet ordre se remarquent. On en a constaté l'existence jusque dans la classe des Insectes, et l'accélération des battements du cœur sous l'influence de l'activité de l'appareil locomoteur paraît être une loi physiologique générale (1).

Nous reviendrons bientôt sur la cause de cette coïncidence entre l'exercice de nos muscles locomoteurs et la rapidité des mouvements du cœur. Je dois ajouter ici que les effets dont je viens de parler ne se manifestent pas seulement quand on fait des efforts violents, comme dans la course ou dans des manœuvres de force (2), mais sont même très appréciables toutes

le pouls, a été conduit à regarder l'exercice modéré comme étant le stimulant le plus puissant des battements du cœur. En expérimentant sur lui-même, il a trouvé que la marche à raison d'environ 6 kilomètres par heure faisait monter le pouls de 70 à 132 (*a*). M. Nick a fait des expériences analogues. En marchant à raison de 70 pas par minute, la fréquence de son pouls augmentait de 6 à 8 battements, et en doublant la vitesse de sa marche pendant une heure, l'accélération des mouvements de son cœur, d'abord de 10 à 16, s'élevait à 25 ou 26 battements. En montant rapidement une petite colline, l'augmentation des pulsations était d'environ 80, et en faisant la même ascension à la course, son pouls devenait si précipité, qu'il ne pouvait plus le compter avec précision (*b*).

(1) Ainsi, dans des expériences faites par Newport sur des Sphinx, les pulsations du vaisseau dorsal variaient entre 42 et 50 lorsque ces Insectes étaient complétement au repos, et s'élevaient à 60, 110, 123, 139 et même 151, sous l'influence des mouvements du vol (*c*). Chez des larves de la *Cerura vinula* (ou *Dicranoura*), il compta environ 50 pulsations pendant le repos, et souvent 80 ou même près de 100 pendant l'état d'activité (*d*).

(2) MM. Lichtenfels et Fröhlich ont fait plusieurs expériences intéressantes sur l'influence que le travail musculaire des bras exerce sur les mouvements du cœur. Il résulte de leurs recherches que les effets produits par

(*a*) R. Knox, *On the Relation subsisting between the Time of Day and Various Functions of the Human Body and on the Manner in which the Heart and Arteries are affected by Muscular Exertion* (*Edinburgh Med. and Surg. Journal*, 1815, vol. XI, p. 165).

(*b*) Nick, *Beobachtungen über die Bedingungen unter denen die Häufigkiet des Pulses im gesunden Zustand verändert wird*, 1826. — *Conditions qui font changer la fréquence du pouls dans l'état de santé* (*Arch. gén. de méd.*, 1831, t. XXVI, p. 412).

(*c*) Newport, *On the Temperature of Insects* (*Philos. Trans.*, 1837, p. 292).

(*d*) *Op. cit.*, p. 317.

les fois que notre corps, au lieu d'être dans un état de repos complet, se trouve placé dans une position telle que la contraction d'un certain nombre de muscles soit nécessaire au maintien de l'équilibre.

Ainsi il est bien établi que, toutes choses égales d'ailleurs, la fréquence des battements du cœur est plus grande quand on est debout que lorsqu'on est assis, et diminue davantage lorsqu'on est couché. Les différences qui s'observent ainsi d'un instant à l'autre chez le même individu, suivant que la position de son corps change, sont fort considérables, et s'élèvent souvent à plus d'un sixième du nombre initial. Dans les observations de Bryan Robinson, par exemple, une personne qui, étant couchée, avait 64 pulsations par minute, en offrait 68 quand elle se mettait sur son séant, et 73 quand elle se tenait debout. Des faits du même ordre ont été constatés en très grand nombre par les physiologistes de nos jours, principalement par M. Guy, et les moyennes auxquelles cet auteur est arrivé s'éloignent fort peu des résultats que je viens de rapporter (1).

Au premier abord on pourrait être disposé à attribuer ces changements dans le jeu de la pompe cardiaque à la nécessité d'un emploi de forces plus grandes pour faire circuler le sang

la répétition fréquente des contractions de muscles antagonistes sont beaucoup plus considérables que ceux déterminés par la contraction permanente de ces organes, résultat sur lequel je reviendrai dans une prochaine Leçon. Ils ont remarqué aussi que, toutes choses égales d'ailleurs, les mouvements du bras gauche exercent sur les battements du cœur une influence plus grande que ceux du bras droit (a).

Dans les expériences de M. Knox, l'influence accélératrice de la marche s'est montrée d'autant plus grande, que l'individu était plus affaibli par la fatigue (b).

(1) Robinson fut le premier à constater l'influence exercée par la position du corps sur la fréquence du

(a) R. Lichtenfels et R. Fröhlich, *Beobachtungen über die Gesetze des Ganges der Pulsfrequenz* (*Denkschriften der Akad. der Wissenschaften zu Wien*, 1852, t. III, 2e partie, p. 149 et suiv.).

(b) Knox, *Physiological Observations on the Pulsations of the Heart* (*Edinburgh Med. and Surg. Journ.*, 1837, t. XLVII, p. 358).

dans les vaisseaux, quand ceux-ci, au lieu d'affecter généralement une direction à peu près horizontale, deviennent pour la plupart verticaux, comme cela a lieu dans la station; mais, par un examen plus attentif de la question, on trouve que ces variations dans la fréquence des contractions du cœur, suivant la position du corps, se lient à la quantité de force musculaire développée par le maintien de l'équilibre dans chacune de ces attitudes (1). Ainsi, quand on est debout, mais appuyé

pouls (a). Des observations analogues ont été faites à diverses époques par plusieurs autres médecins (b); mais l'étude de ce point de l'histoire des mouvements du cœur a été surtout approfondie par le docteur Guy.

Ses recherches portèrent sur 79 Hommes entre vingt et cinquante ans d'âge, en bonne santé et dans un état de repos (n'étant excités ni par la digestion ni par l'exercice musculaire), et elles donnèrent, terme moyen, en nombres ronds :

78 pour la position verticale.
70 pour la position assise.
66 pour la position horizontale.

La différence entre le nombre moyen des pulsations chez ces personnes debout ou couchées était donc de 12, ou d'environ un sixième du premier de ces nombres. Mais les variations extrêmes s'éloignent beaucoup de ces moyennes. Ainsi M. Guy a vu, d'une part, la différence se réduire à 3 pulsations, et, d'autre part, s'élever à 26 (c).

En écartant les cas exceptionnels, M. Guy obtint les moyennes suivantes pour l'Homme adulte et en santé :

Debout	81
Assis.	71
Couché	66 (d).

(1) C'est de la sorte que M. Arnott, par exemple, a cherché à expliquer ce phénomène (e). D'autres physiologistes ont attribué l'accélération du pouls dans l'attitude verticale à la direction que le cœur et ses valvules affectent dans cette position (f). Robinson, Falconer, M. Knox et M. Guy s'en ren-

(a) Bryan Robinson, *A Treatise on the Animal Economy*, 1734, p. 180.
(b) Falconer, *Observations respecting the Pulse*, 1796, p. 34.
— Knox, *Op. cit.* (*Edinburgh. Med. and Surg. Journal*, t. XI).
— Roulin, *Observ. sur la vitesse du pouls* (*Journ. de Physiol* de Magendie, 1826, t. VI, p. 8).
— Nick, *Beobachtungen über die Bedingungen, unter denen die Häufigkeit des Pulses im gesunden Zustand verändert wird*. Tübingen, 1826, p. 41.
— Graves, *On the Effects produced by Posture on the Frequence and Character of the Pulse* (*Dublin Hospital Reports*, t. V, p. 561).
— Hohl, *Die geburtshülfliche Exploration*. Halle, 1835.
(c) W. Guy, *On the Effects produced upon the Pulse by Change of Posture* (*Guy's Hospital Reports*, 1838, t. III, p. 92).
(d) Guy, art. PULSE (Todd's *Cyclopædia*, vol. IV, p. 189).
(e) Arnott, *Elements of Physics*, t. I, p. 570.
(f) Blackley, *On the Cause of the Pulse being affected by the Position of the Body* (*Dublin Journ. of Med. and Chir. Sciences*, 1834).

contre un mur ou tout autre corps résistant, l'accélération du pouls est moins prononcée que lorsqu'on se tient en équilibre sur les jambes seulement; et quand on est assis, le nombre des battements du cœur diminue dès que l'on s'appuie contre le dossier d'une chaise (1).

dent compte par l'influence connue de la contraction des muscles de l'appareil de la locomotion sur les mouvements du cœur (a).

(1) M. Guy a constaté des différences très notables dans la fréquence du pouls chez les personnes qui, tout en restant dans la position verticale, s'appuyaient ou non contre un mur; ou bien encore chez celles qui étaient assises sur un tabouret ou sur une chaise dont le dossier leur servait d'appui. Or, dans ces diverses attitudes, l'effort musculaire mis en jeu varie beaucoup, et c'était à mesure que le repos devenait plus complet que le nombre des battements du cœur diminuait. Ce physiologiste a déterminé aussi des différences très considérables dans ce nombre chez des personnes dont le corps était placé horizontalement, mais soutenu de façon à exiger, pour le maintien de l'équilibre, des contractions musculaires plus ou moins puissantes. Ainsi, quand le corps était appuyé seulement sur deux chaises placées, l'une sous les épaules et l'autre sous les pieds, la moyenne des pulsations était 80 ; et lorsqu'on soutenait en même temps les reins à l'aide d'une troisième chaise, cette moyenne descendait à 66.

Des expériences dans lesquelles on faisait varier la position du corps sans l'intervention d'aucune action musculaire, donnèrent des résultats qui, au premier abord, semblaient défavorables à l'hypothèse adoptée ici pour expliquer les différences que les attitudes déterminent dans la fréquence du pouls. Ainsi M. Graves, en faisant mouvoir l'individu à l'aide d'une planche à bascule sur laquelle celui-ci était couché, a vu le pouls s'accélérer ou se ralentir suivant que le corps était placé verticalement ou horizontalement, à peu près comme dans les cas où ces changements sont effectués par le jeu des muscles; mais M. Guy, en répétant ces expériences, a vu que la position verticale déterminait une accélération un peu plus grande dans les battements du cœur, quand elle était produite par l'action musculaire, que dans le cas où elle avait lieu sans l'intervention de l'organisme. Et d'ailleurs, c'est surtout la contraction permanente des muscles extenseurs, nécessaire pour empêcher le corps de fléchir dans la position verticale, qui détermine l'accélération également persistante dans les battements du cœur durant la position verticale; et lorsqu'on relève un homme à l'aide d'une planche à bascule, on ne l'empêche pas d'avoir besoin de contracter les mêmes muscles pour se maintenir dans la position

(a) B. Robinson, *Op. cit.*, p. 177.
— Falconer, *Op. cit.*, p. 34.
— Knox, *Op. cit.* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, t. IX).

t aussi à noter que les différences produites de la sorte n général, d'autant plus grandes que les battements du ont plus accélérés. Ainsi l'influence accélératrice de la verticale est plus marquée chez les enfants que chez ltes; et lorsque la fréquence du pouls a été beaucoup ıtée par la marche, on voit la position horizontale y iner un ralentissement beaucoup plus considérable que s circonstances ordinaires. J'ajouterai que dans l'état pendant lequel les battements du cœur sont en général célérés, les différences produites par des changements position du corps sont encore plus marquées (1).

qu'on lui a donnée artificielet pour l'empêcher de s'afır lui-même.

aves a remarqué que l'ine la position du corps sur le les battements du pouls croît équence de ces battements (a), ıy a cherché à déterminer la n suivant laquelle cette ac- s'effectue. Il a trouvé que raison entre l'individu deassis donnait une différence and le pouls est de 60 par t, par conséquent, si l'accroistait proportionnel au nombre ements, la progression serait ur 80 pulsations, de 15 pour tions et de 18 pour 120; mais bres observés ont donné, xpression de ces différences, t 39.

férence entre le pouls de l'inouché et celui de l'individu été, pour les mêmes nom- 13, 19, 27.

aximum de la différence dé- par la position, chez des en santé et en repos, a été de 44, le pouls donnant 94 dans la position verticale; mais lorsque, par suite de l'exercice musculaire, les pulsations s'étaient élevées à 128 par minute, la diminution amenée par la position horizontale a été même de 56; il est également à noter que la différence n'a jamais été égale à la moitié du nombre des battements observés dans la position verticale.

Ainsi que je l'ai déjà dit, l'influence de la position du corps sur la fréquence du pouls est plus considérable dans l'enfance que dans l'âge adulte, et les différences introduites ainsi par l'âge sont plus marquées chez la Femme que chez l'Homme. En effet, M. Guy a trouvé que les différences, suivant que le sujet se tenait debout, assis ou couché, était : pour les Hommes ayant plus de vingt ans, et, terme moyen, vingt-neuf ans, de :

7 et de 3, total 10;

tandis qu'elles étaient de

10 et de 4, total 14,

chez les adultes ayant, terme moyen,

res, *Op. cit.* (*Dublin Hospital Reports*, t. V, p. 562).

Influence du sommeil.

§ 6. — Le sommeil tend, comme le repos musculaire, à ralentir l'action du cœur ; mais, dans l'état actuel de nos connaissances, on ne peut en évaluer numériquement l'influence,

quinze ans. Pour les Femmes âgées, en moyenne, de trente-huit ans, et pour les jeunes filles âgées de onze ans, en moyenne, ces mêmes termes étaient :

4, 0 ; total, 4 ;
10, 1 ; total, 11.

La différence attribuable à l'âge était donc de 4 chez les Hommes et de 9 chez les Femmes.

Chez les Femmes d'un âge moyen, le pouls était à 92 dans la station verticale, et à 88 dans le décubitus. Chez les jeunes filles, le pouls est descendu de 92 à 81 par ce changement de position. Enfin, chez les unes et les autres, la différence était nulle ou très petite entre la fréquence du pouls, quand l'individu était assis ou couché (*a*).

Les observations recueillies par M. Hohl sur l'influence comparative des attitudes chez les Hommes et les Femmes sont en accord avec la tendance générale des faits que je viens d'exposer. Effectivement, chez la Femme, le pouls est plus fréquent que chez l'Homme, et, d'après ce médecin, les variations déterminées par les différences dans la position du corps sont plus considérables chez les Femmes que chez l'Homme (*b*). M. Guy, il est vrai, n'est pas arrivé aux mêmes résultats, et pense qu'il faut attribuer l'accélération du pouls constatée par M. Hohl à la prolongation de la station verticale chez les Femmes soumises à son examen ; mais je suis disposé à croire qu'il est dans l'erreur à cet égard, et que s'il n'a pas observé des effets aussi considérables chez les Femmes que chez l'Homme, lorsqu'il faisait varier les attitudes, cela pouvait dépendre du genre d'habillement dont les premières font usage. Les observations de M. Hohl furent faites dans une maison d'accouchement, et portaient probablement en majeure partie sur des femmes enceintes ou sur des nourrices, qui d'ordinaire ne se servent pas de corsets, tandis que les femmes examinées par M. Guy étaient bien certainement revêtues de cette espèce d'étui résistant qui soutient le torse et fournit au corps des points d'appui lorsqu'on est assis aussi bien que lorsqu'on est debout.

J'ajouterai que, chez les enfants nouveau-nés, le moindre mouvement suffit pour accélérer assez notablement le pouls (*c*). Ainsi M. Trousseau a vu qu'il était à 112 pendant le sommeil du jeune enfant, et s'élevait à 180 dès que celui-ci s'agitait et criait (*d*).

Chez un enfant nouveau-né, observé par M. Seux, le pouls était à 104 pendant le sommeil, à 120 pendant la veille et l'immobilité, à 134 quand l'enfant s'agitait, et s'est élevé

(*a*) Guy, *On the Effects produced upon the Pulse by Change of Posture* (*Guy's Hospital Reports*, t. III, p. 316).

(*b*) Hohl, *Die geburtshülfliche Exploration*, 1855.

(*c*) Valleix, *Clinique des maladies des enfants nouveau-nés*, p. 18.

(*d*) Trousseau, *Lettre sur le pouls des enfants à la mamelle* (*Journal des connaissances médico-chirurgicales*, 1841, p. 23).

les observations publiées à ce sujet, on n'a pas tenu
»s effets qui chez les personnes endormies dépendent
: de la position horizontale du corps (1). J'ajouterai
t que chez l'Homme adulte le fait seul du sommeil
at de veille ne paraît pas changer bien notablement
: des pulsations, tandis que chez les Femmes, et surtout
eunes enfants, les différences déterminées de la sorte
être assez considérables (2).

l'influence d'efforts mus-
longés (*a*).
xemple de l'influence de
lu corps sur la fréquence
ns l'état morbide, je cite-
ats constatés par M. Smith.
s de 1500 observations
:hez des phthisiques, ce
rouvé que, terme moyen,
es battements était de 87
nalades étaient couchés,
nd ils étaient assis, et de
d ils étaient debout. La
»our les deux premières
ait donc de 8 $\frac{1}{2}$, et celle
ls, chez les individus cou-
»ut, dans la position verti-
L'augmentation détermi-
:ul fait de la différence de
: élevée à 29 chez le même
ıché ou assis, et dans un
té de 44 quand le malade
au lieu d'être couché (*b*).
fet du sommeil a été re-
Galien (*c*), et Haller rap-
uivant Hamberger, le ra-
serait, chez l'Homme en bonne santé, de 10 pulsations (*d*). Mais si la position du corps est la même, cette estimation s'éloigne beaucoup de la vérité (*e*).

(2) M. Quetelet a fait un assez grand nombre d'observations numériques sur un petit garçon de quatre à cinq ans, et il a trouvé que pendant l'état de veille le nombre de pulsations était, terme moyen, de 93,4, tandis que pendant le sommeil cette moyenne n'était que de 77,3. Chez une petite fille de trois à quatre ans, les nombres observés étaient, terme moyen : 102,3 ; 92.

Enfin, chez une femme de vingt-six ans, la différence était aussi d'environ 10 dans les états de veille et de sommeil; mais M. Quetelet ne dit pas si, pendant la veille, la position horizontale avait été conservée (*f*).

Nick a fait des observations analogues sur dix jeunes gens. La différence était d'environ, en moyenne, 3 pulsations (*g*).

Enfin M. Hohl a observé que le sommeil amenait une diminution de 10 ou

apport sur le travail de M. Seux (*Union médicale*, 1855, t. IX, p. 522).
the Rate of Pulsation and Respiration in Phthisis (*British and Foreign Med. riew*, 1856, t. XVII, p. 475).
e causis pulsuum, lib. III, cap. IX.
lementa physiologiæ corporis humani, t. II, p. 263.
. cit. (*Edinburgh Med. and Surg. Journ.*, 1837, vol. XLVII, p. 375).
Sur l'Homme et le développement de ses facultés, t. II, p. 87.
. cit.

Chez les Mammifères hibernants, la fréquence des battements du cœur diminue beaucoup toutes les fois que la léthargie se déclare ; mais ce ralentissement n'est pas une conséquence du sommeil seulement, et dépend surtout de l'affaiblissement général des forces vitales qu'entraîne l'abaissement de la température intérieure du corps (1).

de 11 battements dans le pouls, chez les Femmes, vers la fin de la période de gestation, et que, chez les enfants nouveau-nés, cette différence s'élevait en général de 20 à 40 battements. Ce médecin attribue aussi à l'état de sommeil ou de veille une influence très grande sur le nombre de contractions du cœur chez le fœtus (*a*).

M. Gorham, dans trois observations faites sur des enfants âgés de moins d'un mois, a trouvé pendant le sommeil, terme moyen, 108 pulsations ; tandis que, pendant la veille, la moyenne générale était d'environ 128. Mais les faits qu'il rapporte ne sont ni suffisamment nombreux, ni assez comparatifs pour qu'on en puisse rien conclure (*b*).

M. Trousseau a trouvé que, chez des enfants de quinze à trente jours, le nombre moyen des pulsations était de 121 pendant le sommeil et de 140 pendant la veille. Chez les enfants de six à vingt et un mois, ces moyennes étaient 112 et 128 (*c*).

(1) Nous verrons ailleurs que chez les Animaux hibernants la faculté de produire de la chaleur n'est pas assez grande pour que l'organisme conserve une température constante sous l'influence d'un froid un peu vif ; de sorte que sous ce rapport ils se rapprochent des Animaux dits à sang froid. Or, l'abaissement de la température intérieure de ces Animaux est accompagné d'un ralentissement dans l'action du cœur, lors même que ce refroidissement n'est pas assez considérable pour amener la léthargie. Ainsi, dans quelques expériences faites par Saissy, un Hérisson dont le cœur battait 75 fois en août, lorsque la température extérieure était de 19 degrés, ne donna que 25 pulsations en novembre, par une température de 6 degrés ; chez un Lérot, les pulsations sont tombées de 105 à 60 sans que l'engourdissement se soit manifesté. Le même observateur a vu que chez la Marmotte dans l'état d'activité le cœur bat environ 90 fois par minute, mais que dans l'état de léthargie il ne se contracte que très faiblement, 10 ou 12 fois par minute (*d*). Prunelle a vu les battements du cœur tomber à 8 ou 10 chez le même Animal, quand l'engourdissement était profond (*e*), et Marshall-Hall a trouvé que chez la

(*a*) Hohl, *Die geburtshülfliche Exploration*.

(*b*) Gorham, *Observ. on the Pulses of Infants* (*Lond. Med. Gazette*, 1837, t. XXI, p. 325).

(*c*) Trousseau, *Op. cit.* (*Journ. des connaiss. médico-chirurg.*, 1841, p. 28).

(*d*) Saissy, *Recherches expérimentales sur la physique des Animaux hibernants*, 1808, p. 42 et suiv.

(*e*) Prunelle, *Recherches sur les phénomènes et les causes du sommeil hibernal de quelques Mammifères* (*Ann. du Muséum*, 1811, t. XVIII, p. 28).

— Les variations dans la température extérieure influent ur le degré d'activité du cœur de l'Homme. Ainsi Delaroche, tant pendant quelques minutes soumis à l'action d'une)hère chauffée à environ 65°, vit son pouls s'élever à 160, ce /ait être beaucoup plus du double du nombre ordinaire (1). ıraîtrait aussi que, dans les régions tropicales, les batte- du cœur sont en général plus fréquents que dans nos

Influence de la température extérieure.

Souris en activité les pulsa- !lèvent parfois à 200, tandis s le sommeil hivernal elles se ıt à 28 (*a*).

›hénomènes analogues se re- nt chez les Insectes à méta- ses complètes pendant que ces x sont à l'état de nymphes, pé- leur existence durant laquelle nt dans une sorte d'engourdis- très profond. Ainsi Newport a chez le *Sphinx ligustri* les ns du vaisseau dorsal, après ! d'environ 90 chez la jeune , descendent à 30 vers l'é- e la dernière mue, et tombent ›n 12 chez la nymphe, ou se ent même davantage (*b*).

est à regretter que cet auteur indiqué le nombre des batte- e son pouls avant son entrée uve (*c*).

es recherches de MM. Leuret é sur la fréquence du pouls aliénés, les variations journa- température n'ont paru exer- ne influence directe sur ce phénomène; mais le nombre moyen des pulsations s'est trouvé plus élevé en été qu'en hiver (comme 82 : 78). Du reste, il est à noter que cet effet n'a pas été constant (*d*).

Chez les enfants nouveau-nés, lorsque la température du corps s'abaisse beaucoup, comme dans les cas de *sclérème*, ou endurcissement du tissu cellulaire, on observe un ralentissement très considérable dans les battements du cœur. Au lieu de compter environ 130 pulsations par minute, il arrive souvent qu'on n'en trouve qu'environ 80, et quelquefois il y en a moins de 50 (*e*).

On doit aussi à M. Lisle quelques observations relatives à l'influence des variations de la température atmosphérique sur la fréquence du pouls chez les enfants (*f*); et j'ajouterai que M. Smith a constaté une augmentation très notable dans le nombre des battements du cœur chez les phthisiques, à mesure que la température extérieure s'élevait (*g*).

M. Calliburcès a fait récemment une

ball-Hall, art. HIBERNATION (Todd's *Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. II, p. 772).
port, *Op. cit.* (*Trans. Philos.*, 1837, p. 315 et 316).
roche, *Expériences sur les effets qu'une forte chaleur produit sur l'économie animale.* is, 1806, p. 33.
et et Mitivié, *De la fréquence du pouls*, p. 73.
iot, *Recherches sur les phénomènes normaux et morbides de la circulation, etc., chez ıu-nés*, 1851, p. 22.
e, *Note sur la fréquence du pouls chez les enfants* (*Gazette médicale*, 1837, t. V,

h, *Op. cit.* (*Brit. and For. Med. Chir. Review*, 1856, t. XVII, p. 475).

climats tempérés, et l'on assure que chez les habitant régions polaires le nombre des pulsations est inférieur de coup à ce qui s'observe ici (1); mais on ne possède à ce que peu de données positives.

Influence de la pression atmosphérique.

§ 8. — On admet généralement que les variations d pression atmosphérique influent aussi beaucoup sur le de fréquence du pouls, et que le nombre des battements d d'autant plus considérable que l'on s'élève davantage au-du niveau de la mer; mais les observations sur lesquelles fonde ne sont ni assez multipliées, ni assez comparatives qu'on en puisse tirer des résultats dignes de confianc d'après divers faits qu'il serait trop long d'exposer ici, porté à croire que les effets attribués à la raréfaction d

série d'expériences intéressantes relatives à l'influence de la chaleur sur l'activité du cœur chez la Grenouille. Il a vu que des applications chaudes faites, soit sur une partie éloignée du corps, telle que la patte postérieure, ou directement sur le cœur mis à nu, déterminent dans les pulsations de cet organe une grande accélération (par exemple, les portent de 40 ou de 50 à 80, ou même davantage), et que cette accélération se produit indépendamment de l'action du système nerveux cérébro-spinal; car il a obtenu les mêmes effets en opérant sur des Animaux intacts et sur d'autres dont il avait détruit préalablement l'encéphale et la moelle épinière, ou dont il avait paralysé les nerfs moteurs par l'administration du curare. Enfin il a étudié les effets produits par directe de l'eau à 40° sur le cœu son extirpation, et il a obtenu le résultats : ainsi, dans une de périences, les battements étai avant l'immersion de cet orga le bain à 40°, se sont élevés à quelques minutes après (a).

(1) Blumenbach assure qu les Groënlandais en ne com 30 ou 40 battements du ce minute (b); mais cela me pa probable, et je regrette de n'a trouver aucun renseignement sujet dans les divers voyages régions polaires publiés récem

Les douches froides déte une diminution très considéra la fréquence du pouls, mais est de peu de durée (c).

(a) Calliburcès, *De l'influence de la chaleur sur l'activité du cœur* (*Gazette hebdom médecine*, 1857, t. IV, p. 468).

(b) Blumenbach, *Institutions physiologiques*, 1797, p. 57.

(c) Bence Jones et Dickinson, *Rech. sur l'effet produit sur la circulation par l'applica longée de l'eau froide à la surface du corps de l'homme* (*Journ. de physiologie*, 1858, t.

ivent dus en grande partie à la fatigue musculaire ou à causes (1).

— Le travail de la digestion tend à accélérer les batte- u cœur, et la nature des aliments ingérés dans l'estomac aussi une influence considérable sur le degré de fré- de ces mouvements. Ces faits sont connus depuis fort

Influence de la digestion.

voyageurs qui se sont élevés tudes considérables ont sou- rqué une grande accéléra- les battements de leur pouls, ribué ce phénomène à la di- de la pression barométrique. aussure, dans sa célèbre as- Mont-Blanc, remarqua que ès un repos de quatre heures du col du Géant, son pouls 10 battements par minute, à Chamounix il n'en comptait n de ses guides avait le pouls s la première de ces stations ans la seconde, et chez un différence était dans le rap- 5 à 49 (*a*). Gay-Lussac, dans e aérostatique, constata aussi une accélération dans son squ'il s'était élevé à une uteur dans l'atmosphère (*b*). Parrot, d'après quelques ob- s faites sur lui-même dans stations, pendant une excur- les Pyrénées, a cru pouvoir règle que le pouls étant à 70 de la mer, bat 75 à 1000 mè- itude, 82 à 1500 mètres, 90 à tres, 100 à 3000 mètres, et 000 mètres au-dessus de ce).

Mais je suis porté à croire que l'influence des variations de la pression atmosphérique est loin de produire ordinairement des effets aussi considérables sur la fréquence des battements du cœur, et que, dans les cas précédents, les fatigues du voyage avaient surtout contribué à amener l'accélération du pouls signalée ci-dessus. Effectivement je vois, par les observations de M. Roulin, qu'à Santa-Fé de Bogota le pouls n'est pas notablement plus fréquent qu'à Paris; or, Santa-Fé est à une hauteur de 2643 mètres au-dessus du niveau de la mer. Je vois aussi que ce physiologiste, après un voyage fatigant de Santa-Fé à Servidad, dont l'altitude n'est que de 1000 mètres, avait 102 pulsations au lieu de 69, comme dans la première de ses stations. J'ajouterai que l'ensemble de ses observations ne permet de saisir aucune relation constante entre le degré de fréquence de ces battements et la pression atmosphérique (*d*).

Il est cependant indubitable que souvent les mouvements du cœur sont ralentis par une grande augmentation de la pression barométrique. Cela a été remarqué d'abord chez les

ce de Saussure, *Voyage dans les Alpes*, t. IV, p. 207.
Lussac, *Relation d'un voyage aérostatique* (*Ann. de chim.*, t. LII, p. 89, an XIII).
t, *Ueber die Beschleunigung des menschlichen Pulses, nach Maassgabe der Erhöhung unktes über der Meeresfläche* (Froriep's *Notizen*, 1826, t. X, p. 216).
in, *Observations sur la vitesse du pouls à différents degrés de pression atmosphé- température* (*Journal de physiologie* de Magendie, 1826, t. VI, p. 1).

longtemps (1), mais ils ont été mis en évidence de la manière la plus nette par une série de recherches dues à deux jeunes physiologistes de l'école de Vienne : MM. Lichtenfels et Frölich. Ces observateurs ont noté d'heure en heure le nombre des battements de leur pouls, et ont enregistré comparativement le

ouvriers mineurs, mais les résultats étaient très variables. Ainsi M. Hutchinson a fait quelques observations sur le pouls de six Hommes que l'on descendit au fond d'une mine à une profondeur de 455 mètres. La diminution dans la pression ainsi produite était d'environ 1/20ᵉ d'atmosphère, mais la température de la mine était de plus de 5° supérieure à celle de l'air extérieur. Cette chaleur devait tendre à augmenter la fréquence du pouls, et cependant chez trois de ces individus les battements étaient moins nombreux au fond de la mine qu'à la surface du sol, et dans deux cas on ne trouva aucune différence. Dans un cas il y avait au contraire une augmentation très considérable. Le nombre des inspirations était toujours augmenté (a).

Depuis quelques années plusieurs médecins ont fait usage de bains d'air comprimé, et ils s'accordent à dire que, sous l'influence d'une pression additionnelle d'environ une demi-atmosphère, il y a le plus ordinairement un certain ralentissement dans la marche du pouls ; mais ils n'ont pas donné des renseignements numériques assez précis pour satisfaire les physiologistes. Il paraîtrait que les variations brusques dans la densité de l'air ambiant déterminent souvent, au premier abord, une accélération dans le jeu du cœur, et que chez les individus bien portants le séjour prolongé dans un bain d'air comprimé n'influe que peu sur la rapidité de la circulation ; mais que chez les individus dont les mouvements du cœur sont très accélérés il en résulte souvent un ralentissement fort considérable (b). Ainsi M. Privaz a vu quelquefois une réduction des deux cinquièmes se produire de la sorte ; et M. Bertin assure qu'à la suite d'un seul bain d'air comprimé, il y a ordinairement une diminution de 12 ou 15 dans le nombre des pulsations, quelquefois même de 30 ou de 36. Il cite un cas dans lequel le pouls était habituellement à 106 ou 108, et descendit à 72 après une séance dans la chambre à air comprimé ; dans une circonstance, le pouls tomba même à 45, et resta pendant fort longtemps au-dessous de 56 (c).

(1) L'accélération du pouls à la suite des repas, que les médecins ont appelée *febris à prandio* (d), a été notée par Keil (e), et Robinson a fait à ce sujet des observations plus précises. Il trouva que le matin, avant déjeuner, le nombre des battements descend

(a) Hutchinson, *On the Capacity of the Lungs* (*Med. Chirurg. Trans.*, 1846, t. XXIX, p. 228).
(b) Privaz, *Essai sur l'emploi médicinal de l'air comprimé*, 1850, p. 37.
(c) Bertin, *Étude clinique de l'emploi et des effets du bain d'air comprimé*, 1855, p. 34.
(d) Van Swieten, *Comment.*, t. I, p. 680.
(e) Keil, *Tentamina medico-physica et medicina statica Britannica*, p. 178.

moment de chaque repas et les aliments dont ils faisaient usage. Or, les tableaux ainsi dressés nous montrent que, peu de temps après chaque repas ordinaire, le pouls s'élève notablement, puis se ralentit peu à peu jusqu'au moment où le travail digestif s'exerce de nouveau (1).

Par l'effet de l'abstinence prolongée pendant plus de vingt heures, le nombre des battements du cœur a diminué de 12 et même de 16. Mais il s'est manifesté dans cette expérience un phénomène remarquable qui montre combien l'influence de l'habitude sur le mode d'action de nos organes est considérable, même là où ces actions se produisent sans le concours de notre

au minimum et se relève vers l'heure de ce premier repas, puis redescend jusqu'au dîner, et s'accélère de nouveau immédiatement après : cette augmentation persiste pendant trois ou quatre heures (*a*). Des faits du même ordre ont été enregistrés par Floyer, Schwenke et Haller (*b*) ; mais les recherches les mieux conduites me paraissent être celles publiées récemment par MM. Lichtenfels et Frölich.

(1) Ces auteurs, dont les observations s'accordent très bien avec celles de Bryan Robinson, ont fait leurs recherches sur eux-mêmes, et en se plaçant dans les conditions voulues, pour rendre les résultats aussi comparatifs que possible. Ils se levaient un peu avant sept heures du matin et déjeunaient entre sept et huit heures, en prenant du café au lait ; un second repas avait lieu à deux heures, puis ils prenaient encore du café à sept heures du soir et de la bière à dix heures.

Voici les nombres de pulsations observées chez l'individu A dans une première expérience.

Heures.	Nombre moyen des pulsations.	Remarques.
7	69,36	Avant le déjeuner.
8	78,62	Après le déjeuner.
$8\frac{1}{2}$	82,43	
9	80,52	
10	74,15	
11	73,81	
12	71,78	
1	68,50	Avant le dîner.
2	77,26	Après le dîner.
3	74,31	
4	69,30	
5	66,87	
6	67,65	Avant le goûter.
7	72,60	Après le goûter.
8	70,11	
9	67,92	
10	65,85	Avant le souper.
11	70,88	Après le souper.

Il résulte de l'ensemble de ces recherches qu'au moment du lever, le pouls est très lent, et que, dans l'heure

(*a*) Bryan Robinson, *Op. cit.*, p. 151.
(*b*) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. II, p. 204.

volonté. Effectivement, aux heures où d'ordinaire les contractions du cœur étaient accélérées par l'ingestion des aliments dans l'estomac, le ralentissement progressif de ces mouvements a été suspendu et une légère réaction s'est opérée (1).

Influence de la nature des aliments.

La nature des aliments ingérés dans l'estomac n'est pas sans influence sur les effets produits par le travail digestif sur la contractilité du cœur. Ainsi, les deux jeunes physiologistes dont je viens de citer les recherches ont remarqué que l'accélération du pouls se manifeste plus promptement quand on fait usage d'aliments azotés que lorsqu'on n'emploie que des aliments amylacés ; mais, d'un autre côté, ces derniers produisent sous ce rapport des effets plus considérables et plus prolongés.

qui suit le déjeuner, le nombre des battements augmente d'environ 8.

Pendant les six heures suivantes le pouls se ralentit graduellement, et arrive à peu près au même point qu'avant le déjeuner.

Le dîner, repas fort léger, était bientôt suivi d'une accélération dans le pouls, qui était moins prononcée que celle du matin. L'augmentation était d'environ six ou sept battements. Puis survenait un nouvel abaissement qui s'effectuait plus rapidement que celui qui avait eu lieu avant le dîner, et qui, interrompu à la suite du goûter, a continué bientôt après, et a atteint le point le plus bas vers onze heures du soir. L'usage d'une certaine quantité de bière à la fin de la soirée paraît avoir contribué d'abord à augmenter ce ralentissement, mais a déterminé ensuite une petite réaction (a).

(1) Dans une de ces expériences où le jeûne avait été observé depuis la veille, le pouls était à 77 le matin à sept heures, et à 76 à dix heures ; ensuite on a compté :

A 11	heures,	71	battements.
12	—	62	—
1	—	58	—
2	—	58,5	—
3	—	58,5	—
4	—	59	—
5	—	61	—

Chez un autre individu, placé dans les mêmes circonstances, le pouls est descendu de 87 à 75 vers une heure, tandis que d'ordinaire le minimum atteint à cette époque de la journée était de 82 seulement ; pendant l'après-midi, sous l'influence de la faim, le nombre des battements a ensuite oscillé entre 76 et 79, pour retomber à 75 vers six heures, au lieu de se maintenir entre 88 et 92, comme cela se voyait quand cette personne suivait son régime accoutumé (b).

(a) Lichtenfels et Fröhlich, *Op. cit.* (*Mém. de l'Acad. de Vienne*, t. III, 2ᵉ partie, p. 121 et suiv.).
(b) Lichtenfels et Fröhlich, *loc. cit.*, p. 122.

J'ajouterai que les boissons fermentées déterminent d'abord un ralentissement plus ou moins grand dans les mouvements du cœur, puis en précipitent les mouvements; mais que le café possède à un plus haut degré cette puissance stimulante (1).

Il est d'ailleurs à noter que, dans les études de ce genre, il ne faut pas confondre les effets transitoires produits par la digestion de tel ou tel aliment avec les conséquences secondaires qui peuvent résulter de régimes variés. Ainsi, quoique l'accélération du pouls soit plus marquée à la suite d'un repas composé de substances végétales que lorsque les facultés digestives s'exercent sur des matières animales, l'usage habituel et presque exclusif d'aliments pauvres en azote paraît tendre à ralentir l'action du cœur (2). Mais, en ce moment, je n'insisterai pas

(1) MM. Lichtenfels et Frölich ont vu que l'ingestion d'une certaine quantité d'eau tiède dans l'estomac détermine presque immédiatement dans les battements du cœur un ralentissement considérable, mais très passager ; la diminution dans le nombre des pulsations est en général de 8 à 11, mais au bout d'un quart d'heure l'effet disparaît complétement.

L'eau chargée d'acide carbonique détermine pendant environ vingt minutes un ralentissement qui peut être porté à 16 pulsations par minute.

La bière produit un effet analogue, mais beaucoup plus faible. Le vin et l'alcool agissent d'abord de la même manière, et le ralentissement produit par cette dernière boisson a été parfois de 13 pulsations par minute ; mais la réaction qui se manifeste bientôt peut amener une accélération d'environ 17 battements au-dessus du nombre initial.

Ces auteurs ont expérimenté de la même manière sur divers médicaments, tels que la belladone, l'atropine, l'opium, le chloroforme et l'éther.

(2) M. Volkmann a eu l'occasion de recueillir un nombre considérable d'observations numériques sur le pouls chez des détenus dans une des prisons de l'Allemagne où le régime est presque entièrement végétal, et il a trouvé que la moyenne ainsi obtenue était notablement inférieure à celle fournie par l'examen du pouls de personnes de même taille dont le régime n'offrait rien d'exceptionnel.

La moyenne pour les prisonniers en question était d'environ 68 pulsations, tandis que la moyenne normale correspondante était d'environ 73 (a).

(a) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 436.

davantage sur ce sujet, qui trouvera mieux sa place quand nous étudierons d'une manière spéciale l'alimentation.

Variations diurnes.

§ 10. — Les diverses circonstances dont nous venons d'étudier l'influence concourent à produire les changements qui s'observent dans le pouls aux diverses heures du jour. Keil et la plupart des anciens physiologistes qui ont fait des recherches à ce sujet ont trouvé les battements du cœur plus fréquents le soir que le matin, et les médecins admettent généralement que cette accélération vers la fin du jour est un phénomène normal. Mais lorsqu'on se met autant que possible à l'abri des perturbations déterminées par les repas, l'exercice musculaire sous ses diverses formes, et les autres causes d'excitation, on arrive à un résultat contraire (1), et l'on voit que la fatigue de la journée tend

(1) *Pulsus nocturnus matutino multò celerior est*, a dit Keil (*a*), et l'on voit, par le dépouillement de ses observations numériques, qu'en effet la moyenne des battements enregistrés dans ses tableaux est, pour le matin, 80,5, et pour le soir, 89,7 (*b*). Robinson, dont les recherches datent également du commencement du XVIII[e] siècle, trouva aussi, terme moyen, chez un individu, 70 pulsations dans la matinée (de huit heures A. M. à deux heures P. M.), et 76 dans l'après-midi (de trois heures du soir à onze); un autre individu lui donna en moyenne, pour les mêmes périodes, 68,5 et 78 (*c*). Falconer a obtenu des résultats analogues, savoir : pouls du matin, 69,6 ; pouls du soir, 76 (*d*). Enfin, M. Nick a trouvé aussi une fréquence plus grande le soir dans trois séries d'observations faites dans les conditions ordinaires de la vie ; mais, dans d'autres séries faites de façon à écarter l'influence excitante des repas, des contractions musculaires et de l'activité mentale, il obtint un résultat inverse : à huit heures du matin, il y avait en moyenne 63 pulsations, et à sept heures du soir, 58 seulement (*e*).

Ce dernier résultat s'accordait avec les conclusions que le docteur Knox (d'Édimbourg) avait tirées précédemment de l'ensemble de ses observations sur la fréquence relative du pouls à neuf heures du matin (avant le déjeuner), et vers minuit, après un souper très léger. Son pouls était, terme moyen, à 68 le matin et à 64 le soir (*f*). En 1837, le même auteur publia de nouveaux faits

(*a*) Keil, *Tentamina medico-physica quibus accedet medicina statica Britannica*, p. 178 (édit. de 1730).

(*b*) Guy, art. PULSE (Todd's *Cyclopædia of Anat. and Physiol.*, vol. IV, p. 190).

(*c*) Bryan Robinson, *Op. cit.*, p. 150.

(*d*) Falconer, *Observations respecting the Pulse*, 1796.

(*e*) Nick, *Beobachtungen über der Bedingungen unter denen die Häufigkeit des Pulses*, etc., 1826.

(*f*) R. Knox, *On the Relation subsisting between Time of the Day and Various Functions of the Human Body*, etc. (*Edinburgh Med. and Surg. Journ.*, 1815, t. XI, p. 54).

seulement à rendre le cœur moins actif sous le rapport du re des contractions effectuées en un temps donné, mais moins irritable, de sorte que les effets produits par une puissance stimulante sont moins grands le soir que le (1). Chez les malades, il en est autrement, car la fatigue

ii de l'opinion qu'il avait été le r à professer, relativement à la tion du nombre des pulsations in du jour (a), et les recherches mbreuses de M. Guy sont venues r que, dans l'état normal de isation, cette tendance est assez e.

t vrai que la différence constacet auteur entre le matin et le it tantôt en plus, tantôt en mais, dans la grande majorité , le pouls s'est trouvé moins t le soir que dans la mati- Une certaine infériorité numéans le pouls du soir a été conissi chez des femmes enceintes Hohl (c). Enfin, M. Herden a alement son attention sur cette i, et il a trouvé en moyenne tions de moins le soir que le l). Des observations analogues faites par M. Tournesco (e).

i diminution dans l'irritabilité r vers la fin du jour est mise ence par divers faits recueillis par M. Knox, puis par d'ausiologistes (f). Ainsi, M. Guy é que l'accélération du pouls déterminée par des repas identiques était plus considérable le matin que le soir; des aliments qui ne produisaient aucun effet appréciable le soir augmentaient dans la matinée le nombre des battements de 5 à 12, et prolongeaient leur influence pendant une ou deux heures (g). On sait aussi que les boissons alcooliques déterminent une accélération du pouls, qui est plus marquée quand on en fait usage de bonne heure dans la journée que dans l'après-midi.

M. Knox a remarqué que les différences produites par les changements de position du corps sont plus grandes le matin qu'au milieu du jour, et sont le moins marquées vers le soir (h). M. Nick a fait la même observation (i), et les recherches de M. Guy ont conduit à un résultat analogue en ce qui concerne la comparaison entre le matin et le milieu du jour, mais accusent au contraire une augmentation dans ces inégalités vers le soir. La différence entre le nombre des pulsations chez l'Homme debout ou couché a été de 8 vers midi, de 9 pendant la soirée, et de 10 le matin (j).

x, *Physiological Observations on the Pulsations of the Heart* (*Edinburgh med. and Surg.* 837, t. XLVII, p. 358).
, art. PULSE (Todd's *Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. IV, p. 191).
l, *Die geburtshülfliche Exploration*, 1833.
den, *Observ. on the Pulse and Respiration* (*American Journ. of Med. Science*, 1843,

rnesco, *Du pouls*. Thèse, 1853, p. 26.
x, *Op. cit.* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1815, vol. XI).
, *Op. cit.* (Todd's *Cyclop.*, t. IV, p. 191).
x, *Op. cit.* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1839, vol. XLVII, p. 369).
, *Op. cit.*
, *Op. cit.* (*Guy's Hospital Reports*, t. III, p. 321).

de la journée détermine un état fiévreux qui est accompagné d'une accélération du pouls (1).

Rapports entre la fréquence des battements du cœur et des mouvements respiratoires.

§ 11. — Je dois aussi faire remarquer les rapports intimes qui existent entre la fréquence des mouvements du cœur et de l'appareil respiratoire. En général, le nombre des pulsations est à peu près quatre fois plus considérable que celui des inspirations; mais on observe à cet égard de grandes variations, et le rapport entre ces deux fonctions change notablement avec la position du corps, la fréquence du pouls et plusieurs autres circonstances (2).

(1) Ainsi, chez les phthisiques, M. Smith a trouvé, terme moyen, 91 le matin et 98 le soir; le minimum était 65 le matin et 70 le soir; le maximum 143 le matin et 152 le soir. Il a remarqué que la différence était d'autant plus grande que la lésion locale était plus étendue et le pouls moyen plus fréquent (a).

(2) M. Guy a recueilli sur ce sujet une série d'observations nombreuses et intéressantes (b). Il a remarqué d'abord qu'en plaçant les personnes dans la même position et en empêchant, autant que possible, toute préoccupation intellectuelle de nature à influer sur les résultats, on trouve des variations individuelles assez considérables : ainsi il a vu le rapport entre les inspirations et les pulsations être, d'une part, comme 1 : 2,7, et, d'autre part, comme 1 : 4,3 ; mais, dans la très grande majorité des cas, elles étaient dans la proportion d'une inspiration pour 3,5 pulsations.

Le nombre de pulsations correspondant à une inspiration s'est élevé de la sorte à mesure que les battements du cœur s'accéléraient.

Ces observations tendent à établir aussi qu'à nombre égal de pulsations, les mouvements respiratoires sont plus fréquents le soir que le matin. Ainsi, le pouls étant à 65, M. Guy a trouvé, en moyenne, 17 inspirations le matin et 18 dans la soirée. Des faits analogues ont été enregistrés par M. Harden (c).

Les effets de la position du corps sont encore plus marqués. Ainsi, pour 64 pulsations par minute, dans les trois positions suivantes, M. Guy a trouvé que chaque inspiration correspondait à

2,9	pulsations	chez l'individu	debout.
3,3	—	—	assis.
4,9	—	—	couché.

La moyenne de 14 observations faites sur les personnes couchées ou

(a) Smith, *The Rate of Pulsation and Respiration in Phthisis* (*Brit. and Foreign Review*, 1856, t. XVII, p. 475).

(b) Guy, art. PULSE (Todd's *Cyclopædia of Anat. and Physiol.*, vol. IV, p. 193).

(c) Harden, *Observ. on the Pulse and Respiration* (*American Journ. of Med. Science*, 1843, t. V, p. 340).

Nous verrons bientôt que la dilatation de la cavité thoracique ou sa contraction influent notablement sur la facilité avec laquelle le sang arrive au cœur ou s'en échappe pour aller dans les artères périphériques ; mais je dois noter ici que les variations de pression produites de la sorte peuvent modifier aussi le jeu de cet organe. Ainsi, dans les mouvements expiratoires ordinaires, le pouls est un peu plus fréquent que pendant l'inspiration, et la pression exercée sur le cœur par l'air emprisonné dans les poumons, quand on contracte à la fois la glotte et les parois du thorax, rend les battements plus rares (1) ; en agissant de la sorte, on peut même les sus- Influence de la pression thoracique.

assises a donné les proportions suivantes :

Position assise	1 : 3,30
Position couchée	1 : 4,39

Dans les recherches faites par M. Harden les différences étaient moins grandes, mais dans le même sens, et ces résultats s'accordent avec ceux obtenus par M. Pennock (a). Il résulterait aussi de quelques observations faites par M. Quetelet que, pendant le sommeil, la fréquence des battements du cœur, comparée à celle des mouvements respiratoires, serait un peu moins grande que pendant la veillée (b).

Les recherches de ce statisticien tendent aussi à établir que chez la Femme la différence entre le nombre des pulsations et des mouvements inspiratoires est un peu plus considérable que chez l'Homme.

Une légère inégalité dans le même sens a été constatée par M. Pennock chez les vieillards, comparés aux vieilles femmes.

Dans une série d'observations faites plus récemment sur ce sujet, par M. Marcé, les nombres moyens ont été, pour les Hommes, 69 pulsations et 19 inspirations ; pour les Femmes, 77 pulsations et 23 inspirations. Ce jeune médecin a vu aussi que le nombre relatif des mouvements inspiratoires augmente quand le pouls est moins fréquent que d'ordinaire, et diminue quand les battements du cœur s'accélèrent d'une manière anormale. Ainsi le nombre des pulsations correspondantes à une inspiration était de 2,7 quand le pouls était entre 50 et 60 ; de 3,7 pour un pouls de 80 à 90, et d'environ 4 pour un pouls d'environ 140 (c).

(1) D'après les observations de M. Vierordt, la différence entre la durée d'un battement complet du

(a) Pennock, *On the Frequency of the Pulse and Respiration of the Aged* (*Amer. Journ. of Med. Science*, 1847).

(b) Quetelet, *Sur l'Homme et le développement de ses facultés*, t. II, p. 86 et suiv.

(c) Marcé, *Recherches sur les rapports numériques qui existent, chez l'adulte à l'état normal et à l'état pathologique, entre le pouls et la respiration* (*Archives générales de médecine*, 1855, 5e série, t. II, p. 72).

pendre momentanément. Ainsi, le professeur E. F. Weber (de Leipzig) a fait voir que cet arrêt des mouvements du cœur peut être produit à volonté, et détermine parfois un état de syncope (1).

cœur pendant l'inspiration et l'expiration, chez l'Homme, serait comme 1000 : 987 (*a*). Chez le Chien le pouls devient quelquefois remarquablement rare pendant l'inspiration (*b*).

(1) C'est sur lui-même que M. E. F. Weber a fait ces expériences curieuses. En suspendant sa respiration, et en contractant en même temps très fortement sa poitrine, il a vu les battements de son cœur s'affaiblir beaucoup, et après 3 à 5 pulsations, qui n'étaient accompagnées ni de choc cardiaque, ni des bruits ordinaires, s'arrêter tout à coup. Dans une de ces expériences, ayant retenu ainsi sa respiration plus longtemps que d'ordinaire, il tomba en syncope. Enfin, il constata que cette cessation temporaire de l'action du cœur ne tient pas au fait de la suspension de la respiration, soit que cette suspension ait lieu pendant l'inspiration ou pendant l'expiration, mais dépend de la pression déterminée par la contraction violente du thorax (*c*).

Ces faits nous permettent de comprendre la possibilité de suicides déterminés par des efforts analogues dont la violence serait extrême.

Galien et quelques autres écrivains de l'antiquité ont fait mention de cas de mort occasionnés par la suppression volontaire de la respiration (*d*). En général, on traite ces récits de fables ; mais, d'après l'accident survenu dans l'une des expériences de M. Weber, et d'après une observation recueillie, il y a environ un siècle, par Cheyne, je serais disposé à croire que chez certaines personnes les suites de cet arrêt du cœur pourraient être mortelles. Cheyne raconte avec beaucoup de détail l'histoire d'un de ses malades qui, en retenant sa respiration d'une manière particulière, faisait cesser les battements de son pouls et tombait sans connaissance. Il fut témoin de ce fait, et l'homme qui offrait ce singulier phénomène resta dans un état de syncope pendant près d'une demi-heure, puis revint graduellement à son état ordinaire (*e*).

M. Donders a fait aussi quelques observations sur l'influence que les divers modes de respiration exercent

(*a*) Vierordt, *Die Lehre vom Arterienpuls*, 1855, p. 193.

(*b*) Ludwig, *Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der Respirations-Bewegungen auf den Blutlauf im Aortensysteme* (Müller's *Archiv für Anatomie und Phys.*, 1847, p. 253).

— Vierordt, *loc. cit.*

(*c*) E. F. Weber, *Ueber ein Verfahren den Kreislauf des Blutes und die Function des Herzens willkührlich zu unterbrechen* (*Berichte über die Verhandlungen der Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig*, 1850, p. 29, et *Archiv. gén. de méd.*, 1853, 5ᵉ série, t. I, p. 399).

(*d*) Galien, *Mouvements des muscles*, liv. II, chap. VI (*Œuvres*, trad. de Daremberg, t. I, p. 366).

— Valerius Maximus, *Memorabilia*, lib. IX, chap. XII (hist. de la mort de Coma).

(*e*) G. Cheyne, *The English Malady or a Treatise of Nervous Diseases*, 1733, p. 307 (cas du colonel Townshead).

§ 12. — Il existe aussi dans la fréquence des battements du eur des différences individuelles très considérables dont le hysiologiste ne peut se rendre compte. Ainsi, parmi les ommes dont l'âge, la taille et le tempérament sont les nêmes et dont toutes les fonctions paraissent être parfois dans ur état normal, on trouve que le pouls est habituellement rès lent chez les uns et accéléré chez d'autres; on cite des xemples de personnes dont la santé était bonne et dont le œur ne battait que trente ou quarante fois par minute; on a nême vu ce nombre descendre à 23 (1). Les cas d'une grande ccélération normale du pouls, indépendante de tout état pathoogique, sont plus rares (2). Variations individuelles.

§ 13. — Nous n'avons pas à nous occuper ici des modifiations que les maladies peuvent déterminer dans la fréquence es contractions du cœur (3); je ferai remarquer cependant que

ır les battements du cœur. Il a vu ue les expirations laborieuses troulaient les mouvements de cet organe, ais les rendaient tantôt plus fréents, d'autres fois plus rares. Des spirations très profondes tendaient rendre les mouvements de ce visre plus faibles et moins fréquents ue dans les circonstances ordiaires (*a*).

(1) Haller rapporte cet exemple 'extrême lenteur du pouls, observé ar Benkel (*b*); et, de nos jours, des s assez semblables ont été décrits ar plusieurs médecins. M. Tournesco t M. Bérard ont réuni un assez grand ombre de cas de ce genre, rapportés par divers auteurs; et, parmi les hommes dont le cœur ne donnait qu'environ 40 contractions par minute, se trouve Napoléon I[er] (*c*).

(2) Whest a rapporté l'exemple d'une femme dont le pouls, à l'état de santé, battait 120 fois par minute (*d*).

(3) Voyez, à ce sujet, les recherches de M. Donné (*e*).

J'ajouterai seulement ici que les pertes sanguines considérables, tout en affaiblissant beaucoup les contractions du cœur, y déterminent une grande accélération. Ainsi Hales a constaté que le pouls du Cheval bat ordinairement environ 36 fois par minute, mais s'élève à 100 et même

(*a*) Donders, *Weitere Beiträge zur Physiol. der Respir. und Circulation* (*Zeitschrift für tionn. Med.*, 1854, 2ᵉ série, t. IV, p. 241).

(*b*) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. II, p. 256.

(*c*) Tournesco, *Du pouls*. Thèse, Paris, 1853, n° 99, p. 31.
— Bérard, *Cours de physiologie*, t. IV, p. 113.

(*d*) Voyez Chomel, *Pathologie générale*, p. 264.

(*e*) Donné, *Recherches sur l'état du pouls, etc., dans les maladies* (*Arch. gén. de méd.*, 1835, ᵉ série, t. IX, p. 129).

ces phénomènes pathologiques viennent souvent confi
que les expériences physiologiques rendent très prol
sujet de l'influence du système nerveux sur l'activité f
nelle de cet organe. Mais l'étude de cette influence fera
de la prochaine Leçon, et pour le moment je négliger
ment l'étude des modifications que l'action des substan
dicamenteuses ou toxiques peut exercer sur la contrac
cœur; car aujourd'hui je ne veux appeler l'attention
le jeu normal de cette espèce de pompe foulante dont
est si important dans le travail irrigatoire.

Rhythme des battements du cœur.

§ 14. — Lorsqu'on veut déterminer seulement la fr
des mouvements du cœur, il suffit d'en compter le nom
minute en se réglant sur une montre à secondes; mai
on veut évaluer avec quelque précision leur durée rel
devient nécessaire d'avoir recours à d'autres instrume
qu'un sphygmographe ou sphygmomètre enregistreur,
duquel on trace la courbure des oscillations du pouls (1

davantage, quand l'Animal est près de périr par hémorrhagie (*a*). Une petite saignée produit au contraire un ralentissement du pouls.

(1) Le sphygmographe employé par M. Vierordt consiste en un levier suspendu comme le fléau d'une romaine, dont le long bras est garni en dessous, à peu de distance de son point d'appui, d'une petite tige terminée par un disque et destinée à être appuyée sur l'artère; de petites coupes placées sur chacun des bras du levier reçoivent des tares et permettent à l'expérimentateur de régler le degré de pression ainsi exercé sur le vaisseau; enfin l'extrémité du long bras est terminée par un pinceau très fin, qui s'élè
cend à mesure que les batt
l'artère soulèvent ou laissent
le petit disque déjà mention
trace sur un rouleau de
mouvement une ligne courb
pondante à ces pulsations.
cet instrument donne des i
exactes, il faut que le frotte
duit par le déplacement d
sur le papier soit très faible.
remplir cette condition, M.
fait usage d'un cheveu qu
promenant sur du papier
noir de fumée, enlève cett
et trace une ligne blanchâtr
il est également nécessaire d

(*a*) Hales, *Hémastatique*, p. 15.

iers temps, le professeur Vierordt (de Tubingue) a fait p de recherches de ce genre, et a trouvé que dans l'état ces mouvements sont moins isochrones qu'on ne serait e croire au premier abord. Ainsi le temps qui s'écoule battement artériel et le battement suivant varie sous le rapport de 100 à 133, ou même davantage (1). Ce giste s'est appliqué aussi à mesurer les variations qui ent dans la grandeur des pulsations et dans les autres rités dépendantes de la manière dont le travail de la on s'accomplit; mais la plupart de ces phénomènes nplexes et dépendent de la réaction des parois vascuon moins que du jeu du cœur, et par conséquent ce s ici le moment de nous en occuper (2).

ement la pression exercée e; car, pour peu qu'elle de- op faible, les mouvements sont insuffisants, et, quand p forte, la courbe ne repré- fidèlement les oscillations et offre des inégalités dues à cette cause. Il est aussi à , dans cet appareil, le levier a courbe est très long, com- ras du levier de la puis- façon à grandir beaucoup ment produit, et que son libre est maintenue dans un n vertical par des pièces qui en régularisent le jeu. dt en a donné une descrip- détaillée, accompagnée de).
z des personnes en bonne nt la respiration était calme, M. Vierordt a trouvé, sous ce rapport, des variations très grandes. Dans une série d'expériences de ce genre, la différence a été, dans le rapport de 100:161; chez les malades, elle a été parfois comme 100 : 222 (*b*).

M. Prudente a remarqué que chez la Grenouille on peut rendre les battements du cœur intermittents, non-seulement en soumettant cet organe à l'action directe de diverses substances, telles que de l'ammoniaque, une solution aqueuse d'opium et de la jusquiame, mais aussi en introduisant ces matières dans la bouche de l'animal. L'irrégularité des pulsations dépend tantôt du prolongement de la systole, tantôt de la durée plus considérable de la diastole (*c*).

(2) Voyez la trente-quatrième Leçon.

dt, *Die Lehre vom Arterienpuls in gesunden und kranken Zuständen*, 1855, p. 21 et

ibid., p. 82.

nte, *Zur Erklärung des Intermittirens der Herzschläge* (Froriep's *Neue Notizen*, , p. 352).

Débit de la pompe cardiaque.

§ 15. — Pour évaluer le débit d'une pompe dont on la contenance et dont le piston joue d'une manière c et régulière, il suffit de compter le nombre de coups en un temps déterminé, et de multiplier par ce nombre le de liquide correspondant au jaugeage de l'instrument. mier abord, on peut donc croire qu'il serait facile de c avec les données que nous possédons déjà, la quantité que le ventricule gauche du cœur envoie par minute dan tème aortique. En effet, nous avons vu que le nombre d de piston réalisés par cette espèce de pompe foulante, dire le nombre de ses contractions, est, terme moye l'Homme adulte, d'environ 72 par minute. Si nous esti capacité du ventricule gauche à environ 80 centimètres cu

(1) Au premier abord, il semble très facile de déterminer avec une grande précision la capacité de chacune des cavités du cœur, et que, pour obtenir ce résultat, il doit suffire de peser cet organe à vide, puis de le peser de nouveau après avoir rempli une ou plusieurs de ses cavités avec un liquide dont la densité est connue, du mercure, par exemple. Mais ce procédé ne donne en réalité que des résultats fort incertains, à cause de l'état de resserrement plus ou moins grand du ventricule gauche qui persiste chez le cadavre. Pour s'en convaincre, il suffit de jeter les yeux sur les tableaux publiés par Legallois. En effet, dans quelques-unes des expériences de ce physiologiste, faites sur le même cœur, le ventricule gauche offrait successivement une capacité de cinq, puis de vingt mesures, suivant que ce viscère était encore dans son état de rigidité cadavérique, ou avait été rendu flasque par la ma et dans ce dernier cas il ne pas encore avoir regagné, à près, sa grandeur physiolog on sait que les deux ventri à peu près de même capac ventricule droit pouvait cont rante-six des mêmes mesure

J'ajouterai que dans des ex encore inédites de M. Coli capacité des ventricules du Cheval, les effets de la co cadavérique ont été encore sidérables. En effet, ce jeune giste a constaté que le ventricu peut contenir, terme moye de liquide quand ses parois l'état de relâchement qui acc la diastole, mais qu'une heur après la mort, cette même peut recevoir que 1 ou 2 déci qu'après que la rigidité cad paraît avoir cessé, le cœur ne jamais sa flaccidité primitive;

(a) Legallois, *Anatomie et physiologie du cœur* (*Œuvres*, t. I, p. 333).

ıous admettons aussi qu'en général à chaque mouvement ;tole il se vide presque complétement, il en résultera que gane, fonctionnant dans ces conditions, serait capable de

capacité du ventricule gauche ıférieure à ce qu'elle était du- vie. Pour le ventricule droit, ıgement est beaucoup moins .

, en expérimentant sur un I. Colin a trouvé qu'immédia- après la mort, la capacité du ule gauche était représentée grammes d'eau, et celle du ule droit par 56 grammes; ju'une demi-heure après, lors- rigidité cadavérique avait com- à se manifester dans cet or- a seconde de ces cavités pou- ıcore recevoir 34 grammes mais la première 5 grammes :nt.

variations qui se remarquent capacité des ventricules chez :rs individus de la même es- ont d'ailleurs très considé- Par exemple, chez le Cheval, n a vu la capacité du ventricule s'élever à 1500 centimètres :t dans un autre cas n'être que centimètres cubes. En général, plus considérable chez les in- de grande taille que chez les mais il n'existe à cet égard rapport constant. Ainsi c'est ı Cheval du poids de 450 kilo- es que le ventricule gauche ıit 1 litre et demi d'eau, et chez re individu du poids de 460 ki- ımes, ce réservoir ne pouvait loger que 980 centimètres cubes de liquide.

Chez le Mouton, la capacité du ventricule gauche s'est trouvée être de 42 centimètres cubes dans une expérience, et de 54 dans une autre. Chez le Chien, elle était de 7 centimètres cubes chez un individu pesant 5 kilogrammes: de 16 centimètres cubes chez un individu du poids de 10 kilogrammes, et de 35 centimètres cubes chez un autre dont le corps pesait 17 kilogrammes.

C'était probablement en pesant le sang contenu dans le ventricule gauche que Harvey est arrivé à estimer la contenance de ce réservoir comme étant égale, chez l'Homme, au moins à 2 onces de ce liquide, c'est-à-dire à environ 65 centimètres cubes (*a*). Mais cette évaluation est évidemment trop faible ; et, dans une expérience analogue faite par Legallois, la capacité du ventricule droit s'est trouvée être de 86 centimètres cubes. Le ventricule gauche ne jaugea que 78 centimètres cubes. Du reste, il est à présumer que si ses parois avaient été dans un état de relâchement complet, sa cavité aurait été à peu près de même grandeur que celle du ventricule droit (*b*).

Abegg a cherché la solution de cette question par un autre procédé. Il mit à découvert le cœur chez des Lapins, et au moment de la diastole il lia les vaisseaux qui partent de cet

ırvey, *Exercit. de motu cordis*, cap. IX, p. 43.
ıgallois, *Op. cit.*, p. 334.

fournir au système irrigatoire environ 6 litres ½ de sang artériel par minute, ou 108 centimètres cubes par seconde (1).

Mais lorsqu'on examine ce phénomène de plus près, on voit que la question est loin d'être aussi simple, et que la quantité de sang mise en mouvement par les contractions du ventricule gauche du cœur ne dépend pas seulement de la fréquence plus ou moins grande des battements de cet organe. Quand le jeu de cette espèce de pompe s'accélère beaucoup, sa cavité ne se dilate pas autant que lorsque ses mouvements sont lents, et en se contractant il se vide moins complétement (2). Les évaluations que je viens de présenter ne peuvent donc être considé-

organe ; puis il ouvrit les cavités cardiaques, et pesa, d'une part le sang qui s'en écoula, d'autre part le cœur vide. D'après ces données, il estima que le poids du sang reçu dans le cœur de ces Animaux est égal aux neuf dixièmes du poids du viscère lui-même. Enfin, appliquant ce résultat à l'évaluation de la capacité du cœur de l'Homme déduite du poids de cet organe, il calcule que, suivant les individus, la quantité de sang reçue dans ses cavités peut varier entre 6 et 12 onces (*a*).

(1) Klein a fait usage d'un raisonnement de ce genre pour évaluer la quantité de sang qui, dans un temps donné, est lancée dans l'aorte par les contractions du ventricule gauche chez l'Homme ; mais il estime arbitrairement la capacité de ce réservoir pulsatile à une once de sang ou 1po. c.,65 ; ce qui correspond à environ 32 centimètres cubes, quantité qui est beaucoup trop faible. Il prend 80 comme expression du nombre de pulsations par minute, et calcule que qu'il sort pendant cet espace de temps environ 133 pouces cubes de sang, c'est-à-dire 2638 centimètres cubes, ou un peu plus de 2 litres et demi (*b*).

Hales, en se fondant sur l'opinion de Harvey et de Lower, base ses calculs sur une capacité ventriculaire égale au volume de 2 onces de sang ou 3po. c.,318 ; ce qui supposerait un débit double, c'est-à-dire d'environ 5 litres par minute (*c*).

(2) Je reviendrai bientôt sur les moyens à l'aide desquels on a pu constater expérimentalement la diminution de la valeur fonctionnelle de la systole, lorsque la fréquence des battements du cœur augmente, et je me bornerai à citer ici quelques résultats. Dans les expériences de M. Hering, faites sur un Cheval, le nombre des pulsations du cœur s'est élevé de ... à 100 par minute, par l'effet d'une course au trot, et la valeur de chaque

(*a*) Abegg, *De capacitate arteriarum et venarum pulmonum*, p. 3. Breslau, 1848.
(*b*) Klein, *Tentamina medico-physica*, tent 2, *De velocitate sanguinis*, p. 30 et suiv.
(*c*) Hales, *Hémastatique*, p. 34.

omme s'appliquant au maximum d'effet que le cœur
mais elles ne sont pas sans importance, ne fût-ce
e moyen de contrôle, pour juger de la valeur des
s déduites d'autres recherches entreprises dans le

- Quelques physiologistes ont espéré résoudre d'une
us rigoureuse les questions dont nous nous occupons
pruntant à l'hydrodynamique un autre procédé. Pour
quantité de liquide qu'un réservoir débite en un
né, il suffit de connaître l'aire de l'orifice d'écoule-
vitesse du courant qui s'en échappe, puis de multi-
quantités l'une par l'autre, c'est-à-dire de se repré-
uantité de liquide qui sort pendant un temps donné,
le, par exemple, sous la forme d'un cylindre solide
se serait l'aire de l'orifice, et la hauteur la distance
par une molécule du liquide durant ce même espace
Pour calculer cette base, on peut se borner à mesurer
de l'orifice; car, ainsi que chacun le sait, le rapport
re à la circonférence du cercle est bien connu, et,
er la surface cherchée, on n'a qu'à multiplier la cir-

de pompe a diminué en
dans le rapport de 29

dt a constaté aussi que
en la valeur de chaque
pe donné par le ventri-
diminué dans le rapport
n même temps que la fré-
attements du cœur s'éle-
109 (*b*).
ar d'autres expériences de
M. Hering, que, pour pousser dans le système circulatoire une même quantité de sang, le cœur du Cheval emploie généralement environ 25 secondes, quand il bat 35 ou 40 fois par minute; mais que dans les affections fébriles ou inflammatoires, où cet organe donne 80 ou 100 pulsations dans le même espace de temps, il lui faut souvent 35 ou même 40 secondes pour produire le même résultat (*c*).

Versuche über einige Momente, die auf die Schnelligkiet des Blutlaufs Einfluss
r physiol. Heilkunde, 1853, t. XII, p. 133).
Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes, 1858,

p. cit. (*Arch. für phys. Heilk.*, t. XII, p. 133, etc.).

conférence de l'orifice par le quart de son diamètre. La détermination de la vitesse du courant est plus difficile à effectuer dans la pratique, mais en théorie elle est non moins simple, et peut se faire à l'aide du théorème de Torricelli. En effet, la physique nous apprend que la vitesse d'un liquide qui s'échappe librement d'un réservoir est théoriquement égale à la vitesse acquise par un corps grave en tombant dans le vide d'une hauteur égale à la longueur de la verticale comprise entre le plan du niveau de la surface du liquide dans le réservoir et le centre de l'orifice d'écoulement. On a constaté aussi que la hauteur à laquelle le liquide s'élève dans un tube manométrique adapté à l'orifice d'écoulement est égale à la hauteur du même liquide dans le réservoir; et par conséquent, lorsque le jet est déterminé non par la pression due à une colonne liquide, comme dans le cas du réservoir dont je viens de parler, mais à la charge dépendant d'une pression exercée par les parois du vase, ainsi que cela a lieu dans une pompe foulante, on peut encore évaluer la vitesse théorique du courant en substituant dans le théorème de Torricelli la hauteur de la colonne manométrique à la longueur de la verticale comprise entre le centre de l'orifice d'écoulement et la surface libre du liquide contenu dans le réservoir ouvert en dessus. Ainsi l'eau qui, lancée par une pompe foulante, s'élèverait à une hauteur d'un mètre dans le tube manométrique adapté à l'orifice d'écoulement, est animée d'une vitesse théorique égale à celle qu'un corps grave acquiert en tombant dans le vide de la hauteur d'un mètre.

Or, nous avons vu que, d'après les recherches de Hales et des autres physiologistes qui ont étudié expérimentalement la pression sous laquelle le sang s'échappe du ventricule gauche du cœur, on est conduit à penser que chez l'Homme, de même que chez les Mammifères les plus voisins de nous par leur mode d'organisation, la charge développée par la contraction de

ervoir est capable de faire équilibre à une colonne de sang nviron 2 mètres de haut. Si la sortie de ce liquide se faisait ement, on pourrait donc penser que sa vitesse théorique it d'environ 6^m,3 ; car telle est à peu près la vitesse ac- se par un corps en tombant dans le vide d'une hauteur de ètres (1).

D'autre part, la mesure de l'entrée de l'aorte nous apprend que lus ordinairement la circonférence de cet orifice est d'envi- 65 millimètres, ce qui donne, pour la valeur de son aire, à près 340 millimètres carrés.

Si l'effet de la systole ventriculaire était continu, l'application principes de l'hydraulique à l'évaluation des résultats obte- par le jeu de l'appareil circulatoire nous conduirait donc à poser que le volume du sang poussé dans le système arté- dans l'espace d'une seconde serait égal à la solidité d'un ndre ayant plus de 6 mètres de haut et 340 millimètres carrés base. Mais nous savons que la systole est un phénomène rmittent dont la durée n'occupe qu'environ le tiers du temps ployé par les battements du cœur, et, par conséquent, en rsuivant l'hypothèse que j'expose ici, il faudrait réduire des x tiers la somme obtenue par le calcul précédent comme ression du volume de sang expulsé du ventricule gauche du ur par seconde. Ce calcul donnerait 680 centimètres cubes, ntité qu'il faudrait réduire encore proportionnellement aux istances qui s'opposent au libre écoulement du liquide. On , en effet, que dans nos appareils hydrauliques l'écoule- nt s'opère rarement avec la vitesse que la théorie y assigne, suite des résistances qui se développent près des bords de ifice ou dans l'intérieur des tuyaux de sortie. Nous verrons ntôt que dans le système artériel les obstacles opposés à

(1) Voyez les traités de mécanique : par exemple, Delaunay, *Cours élémen- de mécanique*, p. 102.

l'entrée du jet lancé par le cœur sont fort considérables, et que, pendant la diastole de ce dernier organe, la colonne de liquide occupant l'intérieur du tube aortique supporte une pression très grande. Or, la pression exercée sur ce liquide doit se transmettre également dans tous les sens, sur la colonne sanguine arrivant du cœur tout comme sur les autres points de sa surface ; et, par conséquent, elle doit diminuer d'autant les effets produits par la pression en sens opposé due à l'action des parois ventriculaires. Les résultats du calcul exposé ci-dessus doivent donc subir une nouvelle correction et être diminués d'une quantité correspondante à la charge que le sang renfermé dans l'aorte supporte au moment où le mouvement de systole du cœur commence et où une portion de la force vive développée par cet organe est employée à y faire équilibre. Or, cette pression qui s'oppose au libre écoulement du sang de l'intérieur du cœur dans l'aorte nous est donnée approximativement par la hauteur à laquelle la colonne manométrique se maintient pendant la diastole dans les expériences dont j'ai déjà parlé. Enfin, nous verrons bientôt que la force avec laquelle le sang coule dans les gros vaisseaux voisins du cœur est modifiée tantôt en plus, tantôt en moins par les variations de pressions dépendantes des mouvements respiratoires. Il se produit ainsi dans la colonne manométrique des oscillations très étendues; et si l'on compare la pression constante qui peut être considérée comme s'opposant à l'écoulement du liquide dans l'aorte, à la pression additionnelle qui se manifeste chaque fois que la courbe s'élève, on verra que dans les expériences de M. Poiseuille elle est dans la proportion de 4 ou de 5 à 1. Le volume de sang qui, d'après ces calculs, sortirait du cœur en une seconde se trouverait donc réduit à 136 centimètres cubes, ou même à 113 centimètres cubes, quantités qui se rapprochent extrêmement de celle fournie par le premier mode d'évaluation.

Mais les données numériques employées dans ce long calcul

manquent de précision, et l'on comprend que le résultat obtenu de la sorte puisse être facilement affecté d'erreurs très considérables. On ne peut donc l'accepter avec confiance, et, dans ces derniers temps, M. Volkmann et M. Vierordt se sont appliqués à mesurer directement la vitesse du sang dans le voisinage du cœur, vitesse qui est un des éléments de la question dont nous cherchons ici la solution. J'exposerai ailleurs les méthodes expérimentales qu'ils ont mises en usage, et je me bornerai à dire ici que M. Vierordt a été conduit à considérer le courant comme sortant, terme moyen, avec une vitesse de 261 millimètres par seconde, et qu'en faisant la somme des quantités qui arrivent dans les artères carotides et sous-clavières, ou qui passent dans l'aorte descendante, il obtint comme évaluation du volume chassé par le ventricule gauche du cœur en une seconde, 207 centimètres cubes, ce qui donnerait 165 centimètres cubes pour chaque systole, si l'on compte 75 de ces mouvements par minute (1).

L'estimation de M. Volkmann, quoique basée sur des données fournies par des expériences très différentes, est à peu près la même que celle adoptée par M. Vierordt ; mais si on les compare l'une et l'autre aux résultats obtenus par la détermination directe de la capacité de la pompe aortique, on est conduit à les considérer comme étant au-dessus de la vérité. En effet, si le ventricule gauche du cœur débitait par seconde 180 grammes de sang, comme l'admet M. Vierordt, ou 188 grammes, comme le pense M. Volkmann, la capacité de ce ventricule serait au moins de 165, ou même de 172 centimètres cubes, si l'on

(1) Je reviendrai sur ce sujet dans les trente-cinquième et trente-septième Leçons, et ici je me bornerai à citer les ouvrages où les résultats indiqués ci-dessus se trouvent consignés (a).

(a) Voyez Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 251 et suiv.
— Vierordt, *Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes*, 1858, p. 103 et suiv.

prend avec M. Vierordt 72 battements du cœur par minute pour le nombre moyen des coups de pompe donnés par cet organe. Or cette capacité ne s'observe presque jamais et ne me semble pas pouvoir être adoptée comme un terme moyen.

Travail mécanique du cœur.

§ 17. — C'est à l'aide de raisonnements analogues, fondés sur les principes de l'hydrodynamique, que quelques auteurs ont cherché à évaluer le travail mécanique du cœur, c'est-à-dire le poids que la force développée par les contractions de cet organe pourrait élever à une certaine hauteur dans un temps déterminé (1). Mais, d'après ce que je viens de dire sur ce mode

(1) C'est par une série de raisonnements assez semblables à ceux employés ci-dessus et en s'appuyant sur des résultats numériques encore plus hypothétiques que Keil, dont les travaux sont cités dans tous les Traités de physiologie, a cherché à évaluer ce qu'il appelle la force du cœur. Il fut conduit de la sorte à admettre que cette force est égale à celle qui en 1/5e de seconde élèverait à une hauteur de 8 pouces 6 lignes un poids de 5 onces (*a*).

Dans ces derniers temps, M. Vierordt a publié des recherches analogues.

Pour évaluer le travail mécanique du cœur, ce physiologiste admet d'abord :

1° Que la quantité de sang expulsée du ventricule gauche, à chaque contraction de ce réservoir, est de 120 grammes;

2° Que la pression exercée sur le sang en ce moment fait équilibre à une colonne de ce liquide haute de 2 mètres, ce qui indiquerait, en supposant son écoulement libre, une vitesse théorique de 6^m,3 par seconde;

3° Que le nombre de contractions est de 75 par minute.

D'après ces bases, il calcule que la force vive du sang qui sort du ventricule gauche est de 0^{kil},3, c'est-à-dire est capable de faire équilibre à une force qui élèverait à la hauteur de 1 mètre un poids de 0^{kil},3 par seconde.

La pression exercée par le ventricule droit, et indiquée par la hauteur de la colonne manométrique, est beaucoup moindre, et M. Vierordt en déduit que la vitesse théorique du sang lancé par ce réservoir doit être de 4^m,8; d'où il conclut que la force vive communiquée à ce liquide par la systole ventriculaire droite est de 0^{kil},17 par seconde.

Mais les pressions indiquées ci-dessus sont les sommes de la pression sous laquelle le sang arrive dans le cœur pendant la diastole et de la pression additionnelle développée par la systole; et, d'après les calculs de

(*a*) Keil, *De vi cordis sanguinem per totum corpus impellendo* (*Tentamina medico-physica*, 1730, p. 40).

ation, on a pu voir combien il règne d'incertitude lonnées numériques que le physiologiste peut intros les formules dont il fait usage, et par conséquent ıbien les résultats qu'il en tire sont peu dignes de

— Quelques auteurs ont cherché à mesurer la puistrice développée par les contractions du cœur. Le jui se soit livré à des recherches de ce genre i, mathématicien célèbre du XVII[e] siècle; mais ses ce sujet, basés sur des hypothèses qu'on ne saurait ıujourd'hui, ne conduisirent à aucun résultat utile pour (1).

Puissance motrice du cœur.

lont j'ai déjà eu l'occasion de citer les travaux, attaqua ı d'une autre manière; il ne chercha pas à deviner

la première est égale à ›[e] de la pression totale. le travail musculaire du erordt réduit donc proıent à cette fraction les qués ci-dessus, et arrive considérer le travail efıtricule gauche comme ·il,02 par seconde, et celui ː droit comme étant de rès cela, le travail musculdeux pompes foulantes 035, c'est-à-dire capable hauteur de 1 mètre un)35 par seconde.

mêmes bases, le travail ·ait donc égal à celui qui, en vingt-quatre ·rait 3024 kilogrammes ıteur de 1 mètre (*a*).

a évalué à 180 000 livres la force développée par l'organisme dans les contractions du cœur; et pour comprendre comment il a pu arriver à un pareil résultat, il faut suivre la série de raisonnements et d'observations sur lesquels il s'appuie. Il détermina d'abord expérimentalement le poids que la main d'un homme peut soutenir à bras tendu, et il calcula, d'après les principes connus de la mécanique, quelle devait être la force développée par les muscles de l'épaule et du bras dans cette circonstance, vu les longueurs inégales des bras du levier de la puissance et de la résistance. Il trouva ainsi qu'en faisant équilibre à un poids de 26 livres, les muscles biceps et brachial antérieur développaient une force égale à un poids de 560 livres appliqué directement à leur extrémité inférieure

ːber die Herzkraft (*Archiv für physiologische Heilkunde*, 1850, t. IX, p. 373).

quelle pouvait être la somme de force dépensée par l'organisme pour effectuer la contraction du cœur, malgré la résistance que le sang oppose à ce mouvement, mais à évaluer la pression que

et agissant dans la direction de leurs fibres (*a*). D'après des expériences analogues et des calculs du même ordre, il considéra la force des muscles masséters et temporaux comme équivalant à un poids de 300 livres (*b*). Mais Borelli supposait que la contraction de toute fibre musculaire est le résultat de l'élargissement d'une série de petites vésicules rhomboïdales ou *machinules* dont ces fibres seraient composées (*c*); machinules qui agiraient de la même manière que les losanges articulées dont se compose un joujou d'enfant à l'aide duquel on fait avancer ou reculer l'un des bouts en écartant ou rapprochant les branches mobiles de cette petite machine. Pour évaluer la force développée dans la contraction musculaire, il se crut donc obligé de calculer quelle serait la puissance motrice nécessaire pour agrandir de la sorte la diagonale de chaque machinule constitutive d'une fibre musculaire, lorsque le résultat de cette dilatation s'effectuant dans l'ensemble du muscle, est égal à la résistance vaincue dans l'expérience précédente (*d*); or il trouva qu'en supposant chaque fibre composée d'un certain nombre de ces rhombes, il faudrait que la force totale développée par les muscles masséters et temporaux, pour faire équilibre au poids de 300 livres, fût égale à 375 420 livres. Puis admettant que deux muscles de même masse doivent avoir la même force, et trouvant que le volume du cœur est à peu près égal à celui des muscles masséters et temporaux réunis, il suppose que la force employée par la Nature pour enfler les machinules constitutives des fibres du cœur doit être égale aussi à 3000 livres (*e*). Enfin, trouvant que la résistance que le sang présente dans le système artériel est 60 fois plus grande que la résistance vaincue dans l'expérience précédente, il en conclut que, puisque le cœur surmonte cette résistance, la force déployée par la Nature pour produire le phénomène de la systole doit être égale à 3000 × 60, c'est-à-dire à 180 000 livres (*f*). On voit donc que cette estimation de la dépense de force effectuée à chaque contraction du cœur ne repose que sur une série d'hypothèses sans fondement, et doit être considérée comme un exercice de calcul plutôt que comme un travail physiologique. Le naturaliste ne saurait y trouver aucun secours, et si j'en ai parlé ici, c'est seulement pour en montrer l'inutilité. M. Poiseuille en a très bien exposé la marche (*g*), et je m'étonne de voir

(*a*) J.-A. Borelli, *De motu Animalium*, pars prima, cap VIII, prop. 22, etc.
(*b*) Idem, *ibid.*, cap. XV, prop. 8.
(*c*) Idem, *ibid.*, cap. XVII, prop. 113 et suiv.
(*d*) Idem, *ibid.*, cap. XVI, prop. 91 et suiv.
(*e*) Idem, *ibid.*, pars secunda, cap. V, prop. 66 et 67.
(*f*) Idem, *ibid.*, cap. V, prop. 73.
(*g*) Poiseuille, *Recherches sur la force du cœur aortique*. Thèse, Paris, 1828.

face interne de cette espèce de pompe foulante exerce sur iide qu'elle déplace pour le lancer dans l'artère aorte.

ydraulique nous apprend que la pression exercée par un ə sur chaque point de la surface des parois du vase qui le nt est égale au poids d'un prisme de ce même liquide qui pour hauteur la verticale abaissée de la surface libre de ;i sur ce même point, et pour base cette surface. Pour éva-pression totale à laquelle les parois du vase font équilibre, donc connaître : d'une part, l'étendue de la surface par le celles-ci sont en contact avec le liquide; d'autre part, teur du prisme liquide au-dessus du centre de gravité de face pressée, et, en troisième lieu, la densité du liquide yé. Afin de résoudre le problème qu'il s'était posé, Hales lonc à mesurer l'étendue de la surface interne du ventri- t à constater la hauteur à laquelle le sang, liquide dont la eur spécifique est connue, peut être élevé par les con- ns du cœur dans un tube vertical mis en communication 'embouchure de l'aorte. Il pratiqua cette dernière expé- tantôt sur des Chevaux, tantôt sur des Chiens ou sur ɜs Animaux vivants, et il chercha ensuite à évaluer direc- t la superficie des parois ventriculaires (1). Le mode Expériences de Hales.

nos jours quelques médecins en parlent comme d'une gne d'admiration (*a*).

nott, se fondant sur la suppo- ıe le cœur de l'Homme peut ıilibre à une colonne de sang e 8 pieds anglais (environ et que cet organe, pour vain- ertie de la masse du sang dans le système circulatoire, ı d'exercer une pression de plus grande que dans le cas précédent, évalue la force produite par cet organe à 6 livres par pouce carré ; puis, calculant que le ventricule gauche offre à l'intérieur une surface d'environ 10 pouces carrés, il se trouve conduit à attribuer à l'action de ce réservoir une puissance égale à 60 livres (*b*).

(1) Pour évaluer l'étendue de la surface interne du ventricule gauche chez le Cheval, Hales y appliqua de petites pièces de papier ajustées de

ıd, *Cours de physiologie*, 1851, t. III, p. 654.
Arnott, *Elements of Physics or Natural Philosophy*.

d'estimation dont il fit usage n'était pas susceptible d'une grande précision, mais donna des résultats assez comparatifs, et en appliquant ensuite à l'Homme, par voie d'analogie, les données fournies par les expériences sur ces quadrupèdes, il crut pouvoir conclure que l'effort exercé par le cœur sur le sang artériel, au commencement de chaque systole, est égal à un poids d'environ 51 livres ou 25 kilogrammes.

Pression exercée par le cœur sur le liquide en circulation.

§ 19. — Mais ce qu'il importe surtout au physiologiste de connaître, c'est la pression sous laquelle le sang, poussé par la systole ventriculaire, entre dans le système artériel. En effet, c'est la charge sous laquelle ce liquide est lancé de la sorte qui influe le plus sur la manière dont la circulation s'en effectue, et c'est en étudiant les variations dont cette pression est susceptible que l'on peut obtenir avec le plus de sûreté et de facilité quelques

façon à se joindre et à en suivre toutes les inégalités, puis il reporta chacune de ces pièces sur une planche divisée en lignes carrées, pour en mesurer la grandeur. La somme de ces mesures partielles lui donna 26 pouces carrés pour la surface interne des parois de ce réservoir, abstraction faite de la coupe de l'orifice aortique (a).

Afin de déterminer le poids auquel le sang, en s'échappant du ventricule, peut faire équilibre, ce physiologiste introduisit dans l'une des artères voisines du cœur l'extrémité de la branche horizontale d'un tube recourbé, dont l'orifice était dirigé vers cet organe, et l'assujettit à l'aide d'une ligature. Le sang s'éleva à une certaine hauteur dans la branche verticale de ce tube, et, d'après cette hauteur et la densité connue du sang, il calcula la pression exercée. En opérant ainsi, Hales trouva que la hauteur de la colonne sanguine élevée par les contractions du cœur était de 8 pieds 3 pouces à 9 pieds 8 pouces chez les Chevaux ; de 6 pieds 5 pouces chez un Mouton, et de 4 pieds 2 pouces chez un Daim. Chez les Chiens, le résultat obtenu varia beaucoup, suivant le poids de l'animal et d'autres circonstances individuelles ; chez les sujets de grande taille, le sang s'élevait en général à environ 6 pieds et demi, et atteignit une fois 7 pieds 11 pouces ; mais chez les Chiens de petite taille et en bon état, il ne montait que de 3 à 4 pieds environ (b).

Au moment de mettre cette feuille sous presse, je reçois communication d'un travail inédit de M. Colin sur la question traitée par Hales, et je pro-

(a) Hales, *Hémastatique*, trad. par Sauvages, p. 20.
(b) Hales, *Op. cit.*, p. 1 et 35.

res sur les conditions qui en règlent le développement. our mesurer cet effet, nous n'avons besoin de connaître poids de la colonne d'un liquide à laquelle la puissance ulsion développée par le cœur fait équilibre.

Expériences de M. Poiseuille.

puis une vingtaine d'années, beaucoup de travaux ont été ans cette direction, et ils ont conduit à des résultats dont urons souvent à profiter dans cette étude des phénomènes iques de la circulation. M. Poiseuille a été le premier à ccuper d'une manière suivie et à introduire dans les pro- d'expérimentation le degré de précision nécessaire. Il a yé à cet usage une espèce de manomètre à air libre, qu'il e *hémodynamomètre*. C'est un tube en U, dont la petite he est recourbée et disposée de façon à pouvoir être assu-

cette circonstance pour en elques mots (*a*).
lin pose le problème à résou- ıme l'avait fait son ingénieux sseur, mais cherche à évaluer lus d'exactitude les éléments ul. Ainsi, pour mesurer la interne du ventricule gauche r du Cheval, animal sur lequel ses recherches, il remplit vité avec du plâtre gâché, en oin de pratiquer ce moulage ue la rigidité cadavérique ait ncé à se déclarer. Le plâtre, olidifié, lui donne un modèle f du ventricule, et en traçant modèle des figures géométri- plupart carrées ou triangu- il arrive facilement à en évaluer ace avec un degré suffisant ximation. En procédant ainsi, a trouvé que, chez un Cheval e moyenne, l'étendue de la surface interne des parois du ventricule gauche était de 565 centimètres carrés, quantité qui est plus que le double de celle obtenue par Hales, et cette différence s'explique facilement par l'état de resserrement où se trouvait probablement le cœur étudié par ce dernier expérimentateur.

Pour évaluer le poids de la colonne sanguine à laquelle les contractions de la pompe cardiaque font équilibre, M. Colin adapte à l'artère carotide d'un Cheval un tube vertical, et il détermine la hauteur à laquelle le sang s'y élève. En procédant de la sorte, il trouve, comme l'avait fait Hales, que cette hauteur est d'environ 2 mètres, et, à l'aide de ces données, il évalue à 118 kilogrammes 650 grammes la pression exercée sur le sang par la surface du ventricule gauche du cœur du Cheval, lorsque cet organe se contracte.

in, *De la détermination expérimentale de la force du cœur*, mémoire présenté à l'Aca- 16 juillet 1858 (voyez *Comptes rendus*, t. XLVII, p. 155).

jettie dans l'intérieur de l'artère sur laquelle on expérimente, et dont la grande branche s'élève verticalement ; une certaine quantité de mercure occupe la partie inférieure de l'instrument, et une dissolution de carbonate de soude, destinée à empêcher la coagulation du sang dans la petite branche, transmet la pression de celui-ci à la surface correspondante de la colonne mercurielle. Enfin celle-ci s'élève proportionnellement à cette pression dans la branche opposée du tube, et la différence entre son niveau dans les deux branches donne la mesure de la pression exercée sur le sang lui-même, sauf les corrections qui sont rendues nécessaires par l'interposition de la dissolution de carbonate de soude, et qui sont très faciles à effectuer (1).

(1) L'hémodynamomètre étant ainsi disposé, la petite branche de l'instrument se trouve entièrement remplie, près de son extrémité, par la dissolution de carbonate de soude, plus bas par le mercure qui s'élève dans l'autre branche, de façon à faire équilibre au poids de la colonne formée par les deux liquides dans la première branche. Dès que l'extrémité de la petite branche aura été introduite dans l'artère et les parois de celle-ci assujetties autour du tube à l'aide d'une ligature, le sang viendra se mêler à la solution alcaline et refoulera le mercure, qui s'élèvera d'autant plus dans la branche opposée du manomètre. Mais, en déterminant ce déplacement, le mélange de sang et de dissolution alcaline forme dans la petite branche de l'instrument une colonne de liquide de plus en plus considérable, dont le poids vient s'ajouter à l'effort exercé par le courant sanguin ; la colonne mercurielle qui dans la grande branche de l'instrument s'élève au-dessus du niveau du métal dans la petite branche est donc tenue en équilibre par ces deux forces, et pour dégager l'effet dû à la pression circulatoire, il faut déduire du résultat total l'effet attribuable au poids de la colonne de liquide aqueux en question, poids qui est égal à celui d'une colonne de mercure, divisée par la différence qui existe entre la densité de ce mélange et la densité du métal, c'est-à-dire environ 1/10e. Ainsi, dans le cas où le mélange sanguin occuperait dans la petite branche du manomètre une hauteur de 10 millimètres, son poids élèverait de 1 millimètre le mercure dans la branche opposée de l'instrument, et, pour opérer les corrections voulues, il faudrait déduire 1 millimètre de la hauteur observée dans le niveau de cette colonne au-dessus de la surface du mercure dans la petite branche (a).

Cet instrument présente quelques

(a) Poiseuille, *Recherches sur la force du cœur aortique*, thèse, Paris, 1828, p. 23 et suiv., et par extrait dans le *Journal de physiologie* de Magendie, t. VIII, p. 272.

: obtenir ainsi d'une manière exacte la mesure de la force lsion que déploie le cœur, il faudrait adapter le mano- à l'orifice même par lequel le sang s'échappe de cet ; car, à raison de l'extensibilité des artères, la pression : sur le liquide en mouvement s'affaiblit à mesure que i s'avance dans le système vasculaire. Or, il serait très : d'opérer ainsi sans introduire une grande perturbation s mouvements du cœur, et l'on est en général obligé de ıer à prendre la pression du sang dans une des grosses voisines de cet organe, la carotide à la base du cou, par e, et par conséquent les résultats auxquels on arrive n peu au-dessous des valeurs cherchées. Des considé- dont j'aurai l'occasion de parler dans une prochaine avaient conduit M. Poiseuille à penser que cette diffé- n'existait pas; mais elle a été constatée par d'autres

ıients auxquels les physiolo- t cherché à remédier de di- ıanières, et lorsque nous étu- d'une manière spéciale les ènes de la circulation dans les j'aurai l'occasion d'y revenir ; crois devoir ajouter ici que, iter les oscillations de la co- ıercurielle dues à l'action de ıteur, quand la pression dé- e par la contraction ventricu- se brusquement, Magendie a urs à ce petit appareil mano- e fondé sur les mêmes prin- : dans lequel la branche ascen- constituée par un tube très st séparée de la petite branche réservoir dont la largeur est ande pour que le niveau du : ne varie pas sensiblement quand la colonne manométrique s'élève ou descend (*a*). Cet *hémomètre* de Magendie, un peu perfectionné, est connu aujourd'hui sous le nom de *cardiomètre*. Il consiste en un flacon à deux tubulures, auquel est adapté, d'une part, un tube vertical d'une longueur considérable, et, d'autre part, un tube coudé dont la branche horizontale est garnie d'un ajutage propre à être introduit dans le vaisseau sanguin sur lequel on veut opérer et à y être fixé. Le fond du flacon est occupé par du mercure, et le tube vertical plonge dans ce bain par son extrémité inférieure. Enfin, le reste du flacon et le tube coudé qui s'élève de sa partie supérieure sont remplis d'une solution alcaline destinée, comme dans l'hémodynamomètre de

ttet, *Mémoire sur les hémomètres* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1850, . 64).

expérimentateurs, et la théorie montre qu'elle doit exister. Les évaluations données par ce physiologiste sont par conséquent un peu trop faibles, mais elles n'en sont pas moins comparatives entre elles, et l'erreur constante dont elles sont affectées est de peu d'importance.

Similitude des résultats fournis par différents Animaux.

Les expériences de M. Poiseuille nous apprennent qu'il existe chez les divers individus d'une même espèce des variations très grandes dans le degré de pression exercé sur le sang artériel par les contractions du ventricule gauche; mais que, sous ce rapport, il n'y a que peu de différence entre les divers Mammifères dont il a pu faire usage dans ses recherches, et que la hauteur de la colonne manométrique à laquelle la force du cœur fait équilibre n'est point réglée par le volume de cet organe d'impulsion.

Ainsi, ce physiologiste a vu le liquide lancé par les systoles

M. Poiseuille, à empêcher la coagulation du sang. Quand l'instrument est mis en communication avec le système circulatoire, le sang, poussé dans la branche horizontale du tube coudé, et de là dans le flacon faisant office de cuvette, presse sur le bain de mercure et fait monter ce liquide dans le tube vertical. Par conséquent, l'action exercée de la sorte se mesure directement par la hauteur de la colonne mercurielle, dans ce dernier tube, au-dessus du niveau du métal dans la cuvette. Afin de rendre ce petit manomètre d'un emploi commode, on donne à la cuvette certaines dispositions qu'il serait trop long de décrire ici, mais que M. Cl. Bernard a fait connaître avec tous les détails désirables (a).

Hales faisait usage d'un tube de gros calibre long d'environ 3 mètres, qui était maintenu verticalement et mis en communication avec le système circulatoire par son extrémité inférieure, à l'aide d'un ajutage recourbé (b). Le sang lancé par le cœur s'élève dans ce tube jusqu'à ce que la colonne ainsi formée fasse équilibre avec la force d'impulsion développée par le cœur ; et tout dernièrement ce mode d'expérimentation a été préconisé par M. Colin (c). Dans certains cas, on peut effectivement y avoir recours ; mais la prompte coagulation du sang dans l'ajutage, et même dans tout l'appareil, en rend l'emploi impossible dans la plupart des recherches de ce genre.

(a) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, 1858, t. I, p. 270, fig. 41.
(b) Hales, *Hémastatique*, p. 1.
(c) Colin, *De la détermination expérimentale de la force du cœur.*

ventriculaires s'élever à peu près à la même hauteur dans son hémodynamomètre, lorsqu'il soumettait à ses expériences des Chiens de taille très différente et dont le cœur pesait, chez l'un de ces Animaux, 83 grammes seulement, tandis que chez un second individu le poids de cet organe était de 120 grammes, et que chez un troisième il s'élevait à 200 grammes. Mais ce qui au premier abord pouvait surprendre davantage, c'est de trouver que la pression exercée par le cœur d'un Cheval, pesant 2 $\frac{1}{2}$ ou même 3 kilogrammes, ne tenait pas en équilibre une colonne liquide notablement plus haute que ne le fait parfois la force statique développée par les contractions du cœur d'un petit Chien.

Des expériences du même genre, faites plus récemment par d'autres physiologistes, tendent à établir aussi que, sous ce rapport, il n'y a que peu de différence entre les divers Mammifères. Ainsi M. Volkmann a trouvé même que le cœur d'une Poule est susceptible d'élever la colonne manométrique à peu près aussi haut que le fait d'ordinaire le cœur d'un Cheval, dont le volume est cependant mille fois plus grand (1).

(1) Dans les expériences de M. Poiseuille, les pressions observées ont varié entre 146 et 182 millimètres de mercure chez les Chevaux, et entre 141 et 179 millimètres chez les Chiens. La différence, comme on le voit, est insignifiante (*a*).

Dans les expériences de M. Volkmann, les variations individuelles ont été plus considérables.

Chez le Cheval, la pression obtenue a été, dans un cas, de 214 millimètres; dans un second 122 millimètres, et dans un troisième 110 millimètres seulement (*b*).

Enfin, dans une expérience de M. Spengler, elle s'est élevée à 318 (*c*).

Pour le Chien, M. Volkmann a trouvé tantôt 172, 157 ou 143 millimètres; d'autres fois 104 millimètres seulement.

Chez des Moutons, il a trouvé tantôt 206 millimètres, tantôt 177 milli-

(*a*) Poiseuille, *Recherches sur la force du cœur aortique*, p. 41.
(*b*) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 177.
(*c*) Spengler, *Ueber die Stärke des arteriellen Blutstroms* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1844, p. 49).

Chez les Vertébrés à sang froid, tels que les Grenouilles et nos Poissons d'eau douce, la force statique du cœur est moins considérable : ainsi, dans les expériences de M. Volkmann, les pressions observées chez ces Animaux ont varié entre 18 et 84 millimètres, tandis que chez les Mammifères et les Oiseaux elles se sont maintenues entre 88 et 214.

Variations de la force statique du cœur.

Du reste, cette grande similitude dans la pression sous laquelle le sang s'échappe du ventricule gauche du cœur chez les divers Mammifères n'implique pas une égalité dans la puissance d'impulsion développée par cet organe chez ces Animaux si différents par la taille et le poids du corps. En effet, la quantité du liquide à mettre en mouvement est très variable, et le volume du cœur est toujours dans un rapport assez direct avec la masse du sang contenu dans son intérieur et poussé avec une même vitesse dans les conduits irrigatoires. La force déployée par la pompe cardiaque, pour élever chaque molécule de sang à une même hauteur, sera proportionnée au nombre de ces molécules qui traversent à la fois l'ouverture d'écoulement, et par conséquent elle se représente par la hauteur de la

mètres, et d'autres fois 98 millimètres seulement.

Les pressions observées par le même expérimentateur ont été, chez des Veaux, de 177, 153 et 133 millimètres.

Chez un Coq, 171 millimètres, et chez un Porc 88 millimètres ; chez une Cigogne, 161 millimètres.

Chez un Pigeon, de 157 millimètres.

Chez un Lapin, il n'a observé qu'une pression de 90 millimètres ; mais M. Blake a trouvé 108 millimètres (a).

On voit que les variations individuelles sont trop grandes pour que, dans l'état actuel de la science, on puisse rien établir relativement à la pression moyenne chez les diverses espèces.

Mais, ainsi que nous le verrons bientôt, les résultats obtenus dans les expériences dont il vient d'être question n'étaient pas dus à l'action du cœur seulement, et la pression exercée par le thorax au moment des mouvements d'expiration y contribuait souvent beaucoup.

(a) Voyez Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 178.

manométrique multipliée par l'aire de la base du cy-
iquide qui sort du ventricule gauche, c'est-à-dire l'aire
fice aortique. Or la grandeur de cette ouverture est en
avec le volume du cœur, et M. Poiseuille, en calculant
ces données, évalue à un peu plus de 5 kilogrammes la
atique du cœur aortique de l'un des Chevaux soumis à
ériences, tandis qu'en supposant la pression indiquée
manomètre non moins considérable chez l'Homme, il
que la même force n'équivaudrait qu'à environ
rammes (1).

. — Si, au lieu de considérer les résultats absolus produits
eu de la pompe circulatoire, on examine d'une manière
ative la force développée par cet organe et les résistances
t appelé à vaincre pour maintenir le cours du sang dans
ème vasculaire, on voit qu'il existe entre les divers
ifères des différences considérables. Ainsi, chez le
l'effet utile des contractions du ventricule gauche ne
e que de très peu les résistances qui s'opposent au
ment circulatoire, tandis que chez le Cheval l'excédant
e développée par cet organe d'impulsion est très consi-
. Il me paraît probable que des recherches ultérieures

Poiseuille évalue le diamètre
e au niveau des valvules sig-
chez un Homme adulte, à
mètres, ce qui suppose que
l'orifice est d'environ 908 mil-
carrés. En admettant que la
manométrique serait égale à
me fournie par les extrêmes
s dans les expériences sur les
pèces de Mammifères men-
ci-dessus, on aurait comme
n de la force statique totale
dans l'aorte, au moment où
le cœur se contracte, 145 325 milli-
mètres cubes de mercure, ou, en
d'autres mots, un poids de 4 livres
3 gros 43 grains, c'est-à-dire $1^{kil},981$.
Le même calcul, appliqué à un autre
individu dont le diamètre de l'orifice
aortique était de 35 millimètres, donne
$1^{kil},858$, en supposant la pression indi-
quée par le manomètre égale à 140 mil-
limètres, c'est-à-dire au minimum
moyen observé dans les expériences
précédentes (a).

uille, *Recherches sur la force du cœur aortique*, p. 44.

dévoileront quelques relations intéressantes à connaît la puissance cardiaque et la grandeur des forces locom mais, dans l'état actuel de la science, on ne peut rien : à cet égard, et, par conséquent, je ne m'y arrêterai pas

(1) Je citerai, à ce sujet, quelques expériences intéressantes de M. Claude Bernard, mais je ne saurais admettre la distinction fondamentale que ce physiologiste habile a cru devoir établir entre ce qu'il nomme la pression artérielle et la pression cardiaque. M. Bernard fait remarquer avec raison que lorsqu'on introduit le manomètre directement dans le ventricule du cœur, on obtient la mesure de l'impulsion déterminée par la contraction de ce réservoir, et du moment que cette contraction cesse, la colonne manométrique retombe à son niveau primitif; tandis qu'en plaçant l'instrument dans une artère plus ou moins éloignée du cœur, les effets sont plus complexes, et pendant la diastole du cœur, comme on le sait, la colonne manométrique se maintient à une certaine hauteur, au-dessus de laquelle elle s'élève momentanément à chaque coup de piston de la pompe cardiaque. Or, c'est la pression dont dépend cette élévation constante que M. Bernard appelle la pression artérielle, et il considère la pression cardiaque comme venant seulement s'y ajouter pour produire l'oscillation dont je viens de parler (a). Mais, ainsi que nous le verrons dans une prochaine Leçon, cette pression constante, de même que la pression intermittente, est une conséquence de la contraction du ventricule gauche du cœur; elle est produite par la transformation d'une portion force qui, au lieu de dépla tement la totalité de la colon contenue dans le système v dilate les parois artérielles, lise ensuite pendant la durée du ventricule. C'est donc en résultat de la relation qui ex la puissance cardiaque, la i que le système capillaire et l parties du cercle vasculaire au déplacement du sang, et d'extensibilité des parois ar La hauteur à laquelle la colo nométrique se maintient pe diastole du cœur, quand l'in est introduit dans une artère pond donc à cette portion de cardiaque qui n'est pas e directement à pousser le sa les capillaires, et qui, à rai obstacles qui s'opposent à (vement, se reporte sur les pa térielles pour les distendre et ter l'espèce de ressort const leurs tuniques élastiques. Or, par les expériences de M. I que la quantité de force empl la sorte est à peu près la mê les divers Mammifères, m l'autre portion de la force ca c'est-à-dire celle qui déplace ment la colonne sanguine e mine dans les artères voisi cœur un jet intermittent, est traire très variable suivant les (Ainsi, dans une de ses expé

(a) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, t p. 277.

— Il existe, comme je l'ai déjà dit, des variations)les dans la force du cœur chez le même individu ou divers individus d'une même espèce, et l'étude des ces qui déterminent ces différences est d'un grand ıais ici encore nos connaissances sont très incom- Influence de la taille et de l'âge sur la puissance cardiaque.

/ons vu qu'on n'observe aucun rapport constant entre du corps et le degré de développement de la force du)endant je suis porté à croire que les variations de la au nombre des circonstances qui influent sur ce phéno- que, toutes choses étant égales d'ailleurs, pour une ›èce, la colonne manométrique doit s'élever davan- les grands individus que chez les petits (1).
cherches de M. Volkmann ont conduit cet auteur à ı'en général la pression de la pompe cardiaque est plus

de la force ventriculaire produire la pression con- spondait, chez le Lapin, à lu cardiomètre, et la por- ımentaire de cette même pérait directement le dé- le la colonne sanguine au : la systole n'était repré- par 5, tandis que chez le la pression constante était ron 95, la pression com- : intermittente était égale 30 (*a*). M. Bernard a été ıuit à penser que cet excé- ›rce ventriculaire (excédant ıserve le nom de force car- d'autant plus considérable al est plus grand (*b*).
l, dans les six expériences faites sur des Chiens par M. Poiseuille, je vois que chez les trois individus les plus petits la pression était, terme moyen, de 155 millimètres, tandis que chez les trois individus les plus gros elle s'est élevée, en moyenne, à 165 millimètres. Chez les deux individus dont le poids était au-dessous de 15 kilogrammes, la moyenne était de 153; chez les trois individus dont le poids variait entre 15 et 21 kilogrammes, cette moyenne s'est élevée à 157, et chez l'individu dont le poids dépassait 40 kilogrammes, elle était de 179. Enfin, il est aussi à remarquer que la pression la plus faible (141 millimètres) était donnée par l'individu le plus petit, et la pression la plus forte (179 millimètres) par l'individu le plus grand (*c*).

l, *Op. cit.*, p. 286.
bid., t. I, p. 280.
lle, *Recherches sur la force du cœur aortique*, p. 41.

grande chez les individus de moyen âge que chez les individus jeunes ou très vieux ; mais il n'a pas donné tous les renseignements nécessaires pour nous permettre d'apprécier la valeur de cette opinion qui, du reste, est probablement fondée (1).

Influence de la quantité de sang sur la puissance cardiaque.

§ 22. — La pression exercée sur le sang du système artériel par les contractions du cœur est susceptible de varier aussi sous l'influence de diverses causes dont l'action est transitoire.

Ainsi une de ces conditions de puissance musculaire dans le cœur comme dans les autres parties de l'organisme, est évidemment l'abondance du sang en circulation dans l'économie. Pour s'en convaincre, il suffit de comparer la pression exercée sur la colonne manométrique par le liquide qui s'échappe du ventricule gauche chez un Animal auquel on pratique une série de saignées jusqu'à le faire périr d'hémorrhagie. Hales a réalisé cette expérience sur un Cheval, et il a vu la pression produite par les contractions du cœur diminuer rapidement à mesure que l'Animal perdait son sang, mais rester encore assez grande jusqu'au moment où la mort est survenue (2).

(1) M. Volkmann présente ce résultat sous la forme de proposition (a) ; mais je n'ai trouvé dans son ouvrage qu'une seule expérience où l'influence de l'âge ait pu être appréciée : c'est celle qui porte sur un jeune Chien, et qui donna pour la pression carotidienne seulement 104 millimètres, tandis que dans les autres expériences faites par ce physiologiste sur des Animaux de la même espèce, et probablement adultes, la colonne manométrique s'est élevée au moins à 123 et a atteint même 157 (b).

(2) Pour constater les effets des émissions sanguines, Hales ajusta, comme d'ordinaire, dans l'artère carotide d'un Cheval, son tube manométrique, et interrompit de temps en temps l'expérience pour laisser sortir du vaisseau une certaine quantité de sang. Au début, le liquide s'élevait dans le tube à 9 pieds 6 pouces ; mais après la soustraction d'environ 60 pouces cubes de sang, le liquide ne monta que de 7 pieds 10 pouces ; puis, après chacune des saignées suivantes, le manomètre accusa des pressions de

(a) Volkmann, *Die Hæmodynamik*, p. 178.
(b) Idem, *ibid.*, p. 177 et 178.

orsqu'au lieu de diminuer considérablement la quantité de ; en circulation dans l'organisme, on appauvrit ce liquide njectant de l'eau dans les veines, on produit sur le cœur ffet analogue : la colonne manométrique faisant équilibre force développée par la contraction du ventricule gauche se beaucoup ; mais si l'on substitue à ce liquide certaines

Influence de la richesse du sang.

de 7,3, de 6,5, de 4,9, de 3,9, isi de suite, avec quelques petites ılarités, jusqu'à ce que la pression développée par la contraction eur ne déterminât plus qu'une sion de 2 pieds, et alors l'Anile tarda pas à mourir (*a*).

Colin vient de soumettre au nent de l'Académie des recherches analogues. Le tableau suivant contient les résultats d'une des expériences de ce jeune physiologiste, et montre avec quelle régularité la pression développée dans les artères par la contraction du cœur s'affaiblit à mesure que la masse du sang diminue. Le sujet était un Cheval très vigoureux.

NUMÉROS DES SAIGNÉES.	QUANTITÉS TOTALES DU SANG PERDU.	HAUTEUR DU SANG DANS LE TUBE MANOMÉTRIQUE.
	Grammes.	Mètres.
1	0	2,270
2	2	2,140
3	4	2,095
4	6	2,020
5	8	1,850
6	10	1,845
7	12	1,420
8	14	0,970
9	16	0,770
10	17	0,700
11	18	0,800
12	19	0,725
13	20	0,660
14	21	0,540
15	22	0,525
16	23	0,515
17	24	0,430
18	25	0,420

nfin M. Colin a trouvé que la t arrive dès que la pression dévcée de la sorte est réduite à peu près au cinquième de la pression normale (*b*).

Hales, *Hémastatique*, p. 18. — Les expériences n°s 1 et 2 donnèrent des résultats analogues *it.*, p. 5, 13).
Colin, *De la détermination expérimentale de la force du cœur* (Mém. manuscrit).

substances excitantes, une décoction de café, par exemple, on obtient un résultat contraire, et l'on voit la pression cardiaque s'élever d'une manière remarquable (1).

Rapport entre l'état des forces générales et la puissance cardiaque.

Enfin il paraît y avoir des rapports intimes entre l'état des forces générales de l'économie et la grandeur des pressions développées dans le système circulatoire par les battements du cœur. Effectivement, M. Colin, chef des travaux anatomiques à l'école vétérinaire d'Alfort, vient de faire une série d'expériences comparatives sur des Chevaux, dont les uns étaient jeunes et vigoureux, les autres plus ou moins affaiblis par l'âge, les fatigues ou les privations ; et il a vu que le sang s'élevait toujours d'autant plus haut dans l'hémodynamomètre, que l'Animal était plus fort (2).

Défaut d'isochronisme dans les battements du cœur.

Il est aussi à noter que les battements du cœur qui se succèdent n'ont pas tous la même intensité, et que les variations dans la force développée de la sorte sans qu'il se soit produit aucun changement notable dans l'économie peuvent être même assez considérables ; mais les oscillations de ce genre n'ont que peu d'importance, car d'ordinaire elles n'influent pas notable-

(1) Dans une expérience faite sur un Chien par Magendie, la colonne mercurielle de l'hémodynamomètre en communication avec l'artère carotide oscilla entre 80 et 105 millimètres ; mais après qu'une quantité un peu considérable d'eau tiède eut été injectée dans les veines de l'Animal, elle ne se tint qu'entre 30 et 60 millimètres (a). On injecta ensuite dans la veine jugulaire une petite quantité de café, et presque aussitôt après on vit, non-seulement le pouls devenir plus fréquent, mais la pression cardiaque faire monter le mercure à 90 et même à 105 millimètres (b).

(2) Voici les résultats consignés dans le Mémoire de M. Colin :

		m
Un Cheval	très vigoureux	2,70
—	fort	2,37
—	de moyenne énergie	2,02
—	vieux	1,91
—	très maigre	1,85
—	presque usé	1,78
—	—	1,70
—	—	1,62
—	extrêmement faible	1,60 (c)

(a) Magendie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, 1837, t. III, p. 51.
(b) Idem, *ibid.*, p. 53.
(c) Colin, *De la détermination expérimentale de la force du cœur.*

nent sur la pression moyenne résultante d'une dizaine de ulsations (1).

Dans la prochaine Leçon, lorsque nous étudierons l'influence ue le système nerveux exerce sur les mouvements du cœur, ous verrons que la grandeur de la force motrice développée ar les contractions de cet organe est soumise à d'autres causes e variations. En ce moment, je ne m'arrêterai pas davantage ur ce sujet, et je me bornerai à ajouter quelques mots relatifs l'action de la pompe veineuse, car, dans tout ce qui précède, l n'a été question que du ventricule aortique.

§ 23. — On ne possède encore que peu de données sur cette partie de l'histoire du mécanisme de la circulation, mais je suis porté à croire que la force développée par la contraction du ventricule droit du cœur, et employée pour faire circuler le sang dans les vaisseaux pulmonaires, est moins considérable que celle produite par le ventricule gauche. Effectivement M. Hering a constaté cette inégalité en plaçant des tubes verticaux dans ces

Puissance développée par le ventricul droit.

(1) Ces variations successives dans la force des contractions du cœur contribuent à rendre le pouls inégal; mais, ainsi que nous le verrons bientôt, elles ne sont pas la seule cause de l'irrégularité des battements artériels. Quoi qu'il en soit, le fait dont il est ici question a été mis très bien en évidence par une des expériences de M. Cl. Bernard. Ce physiologiste, ayant introduit l'ajutage de son cardiomètre par la veine jugulaire jusque dans le ventricule droit du cœur, vit la colonne mercurielle s'élever à chaque systole, et redescendre à zéro pendant la durée de chaque diastole ventriculaire; mais les battements successifs ne portaient pas toujours la colonne à la même hauteur, et les résultats obtenus furent :

Pour la 1re pulsation, une pression de			60
Pour la 2e	—	—	50
Pour la 3e	—	—	40
Pour la 4e	—	—	65
Pour la 5e	—	—	60
Pour la 6e	—	—	40
Pour la 7e	—	—	60
Pour la 8e	—	—	45
Pour la 9e	—	—	55
Pour la 10e	—	—	60
Pour la 11	—	—	65
Pour la 12e	—	—	65
Pour la 13e	—	—	70
Pour la 14e	—	—	60
Pour la 15e	—	—	60 (a).

(a) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, 1858, t. I, p. 278.

deux réservoirs, chez un Veau monstrueux dont le cœur était hors de la poitrine : le sang lancé par le ventricule droit ne s'éleva qu'à environ les deux tiers de la hauteur qu'atteignait celui fourni par le ventricule gauche (1). Quelques expériences

(1) Le maximum de l'élévation du sang observé dans le tube adapté au ventricule droit était de 21 pouces de Wurtemberg, et dans le tube en connexion avec le ventricule gauche il était de 33 pouces. Les minima correspondants étaient 18 et 27. Il en résulte que la pression exercée par le ventricule droit étant représentée par 1, celle développée par le ventricule gauche était de 1,7. Du reste, il est à noter que chez cet Animal la force déployée de la sorte était très faible, ce qui dépendait probablement du vice de conformation dont il était affecté (*a*).

Pour évaluer la force relative des deux ventricules, M. Valentin admet que ces forces sont proportionnelles au poids du tissu musculaire dont se compose chacun de ces réservoirs contractiles; et, pour déterminer ce poids, il pèse séparément la portion libre des parois de chaque cavité ; quant à la cloison interventriculaire, il suppose qu'elle appartient également aux deux ventricules, et il attribue la moitié de son poids à chacun de ceux-ci. En procédant de la sorte, il trouve que le ventricule gauche pèse presque deux fois autant que le ventricule droit, et par conséquent il admet qu'il doit posséder deux fois autant de tissu musculaire que celui-ci. Or, la capacité des deux ventricules étant supposée égale, et la grandeur des orifices efférents la même, il en résulterait que la colonne manométrique tenue en équilibre par le ventricule droit n'aurait que la moitié de la hauteur de celle élevée par l'action du ventricule gauche (*b*).

Ce raisonnement a été l'objet de critiques très fondées de la part de M. Ludwig. D'abord, pour évaluer la force des muscles d'après leur poids, faut-il les considérer à l'état sec ou à l'état humide, et ensuite le poids du ventricule gauche est-il bien le double seulement de celui du ventricule droit? M. Ludwig a fait à ce sujet plusieurs expériences dont les résultats indiquent des variations assez grandes, et il fait remarquer avec raison que l'action de la cloison interventriculaire ne saurait être considérée comme étant également utile au travail mécanique des deux réservoirs. J'ajouterai même que, d'après la forme des ventricules, il me paraît évident que son influence doit être presque nulle dans la systole du ventricule droit, ou doit même tendre à diminuer l'effet utile de la contraction de la portion libre des parois de celui-ci, car elle fait saillie dans son intérieur, et, en se contractant, elle ne doit diminuer que la capacité de la cavité située du côté de sa surface concave, c'est-à-dire le ventricule gauche. Il en résulte donc qu'en adoptant même l'hypothèse fon-

(*a*) Hering, *Versuche die Druckkraft des Herzens zu bestimmen* (Vierordt's *Archiv für physiologische Heilkunde*, 1850, t. IX, p. 13 et suiv.).

(*b*) Valentin, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, t. I, p. 442, édit. de 1847.

écemment par mon savant collègue M. Claude Bernard est vrai, défavorables à l'opinion que je viens d'émettre, les ne me paraissent pas avoir la même signification remier abord on serait disposé à leur attribuer (1).

ésumé, nous voyons donc que la puissance motrice rée par les contractions des deux ventricules du cœur éalité très considérable, et que les jets de sang lancés système irrigatoire par ces pompes foulantes sont grands en que fréquents.

: du raisonnement de M. Va- serait conduit à évaluer la ive du ventricule droit beau- ins haut que ne le fait ce iste. Mais les données sur reposent des calculs de ce t trop incertaines pour qu'on r de ceux-ci aucun résultat confiance (a).

Cl. Bernard, en introduisant mètre par la veine jugulaire ins le ventricule droit du n Chien, a vu la colonne ique s'élever plus haut que dans les expériences où il faisait communiquer cet instrument avec l'une des grosses artères qui proviennent du ventricule gauche. Mais, ainsi que ce physiologiste le fait remarquer avec raison, on ne saurait en conclure que la pression déployée par le ventricule droit est supérieure à celle exercée par le ventricule gauche; car, dans les expériences faites sur les artères, la totalité de celle-ci n'agit pas sur le cardiomètre, et ainsi que nous le verrons bientôt, une portion est transmise aux parois des artères (b).

g, *Einige Bemerkungen zu* Valentin's *Lehren vom Athmen und vom Blutkreislauf für rationnelle Medizin*, 1845, t. III, p. 153 et suiv.).
rnard, *Op. cit.*, t. I, p. 378.

TRENTE-TROISIÈME LEÇON.

Des causes de la contraction du cœur, et de l'influence du système nerveux sur les mouvements de cet organe.

Notions préliminaires. § 1. — Les recherches nombreuses dont j'ai rendu compte dans les deux dernières Leçons nous ont fait connaître le jeu de la pompe irrigatoire constituée par le cœur; mais les physiologistes n'ont pu se contenter de ce premier résultat, et ils ont été naturellement conduits à se demander quelle peut être la cause des mouvements de cet organe.

Pour aborder cette question, il est nécessaire d'anticiper un peu sur les matières qui feront le sujet d'une autre partie de ce cours. Lorsque nous étudierons d'une manière spéciale le mode de production des mouvements dans l'économie animale, nous verrons que toute fibre musculaire jouit de la faculté de se raccourcir brusquement lorsqu'elle y est sollicitée par l'action de certains agents que l'on appelle des stimulants. On donne le nom de *contractilité* à cette puissance motrice, et celui d'*irritabilité* à la propriété en vertu de laquelle la contractilité s'exerce sous l'influence des impressions que produisent les stimulants.

Afin de procéder méthodiquement dans nos investigations, il sera donc bon d'examiner quelles sont les causes déterminantes des mouvements du cœur, et quelle est la source de l'irritabilité dont cet organe est doué.

Les mouvements du cœur sont involontaires. Chacun sait que les muscles de nos membres sont mis en jeu par l'influence de notre volonté, et que cette influence s'exerce par l'intermédiaire du cerveau et des nerfs qui se rendent à ces organes. Mais nous savons aussi que notre volonté ne peut rien sur les mouvements du cœur; elle ne saurait ni les arrêter, ni

es provoquer, ni même en accélérer ou en retarder le etour. Les battements du cœur sont donc des mouvements involontaires, et ils doivent dépendre de quelque autre orce.

Action des agents excitateurs.

Les expériences des physiologistes nous apprennent aussi que irritabilité musculaire n'est pas mise en jeu uniquement par a puissance nerveuse, et qu'elle obéit à d'autres mobiles. Ainsi la contraction des muscles de nos membres peut être éterminée par l'action de l'électricité ou de la chaleur, par le ontact d'un grand nombre de substances dites stimulantes, ou nême par une excitation mécanique. Or, si l'on ouvre la poitrine 'un Animal vivant, et si l'on agit de la même manière sur le œur, on y produit les mêmes effets : vient-on à exciter mécaniquement le tissu charnu de cet organe avec la pointe d'un calpel, on le voit se contracter comme tout autre muscle se ontracterait en pareille circonstance (1), et le même phénomène se produit lorsque, au lieu de l'irriter mécaniquement, on en provoque l'action au moyen de l'électricité (2) ou à 'aide de quelque stimulant chimique : par exemple, en y

(1) Sténon, célèbre anatomiste danois du milieu du XVII[e] siècle, fut, je crois, le premier à faire des expériences sur le rétablissement des mouvements du cœur par l'action des excitations mécaniques (a). Mais ce sont surtout les travaux de Haller et de Zimmermann auxquels je renverrai pour des exemples de faits de cet ordre (b). On trouve dans le grand ouvrage de Haller l'indication des principales observations faites à ce sujet par les devanciers de ce physiologiste (c).

(2) Galvani, le célèbre auteur de la découverte des effets physiologiques du courant électrique, n'a pas vu le cœur se contracter sous l'influence de cet agent, et plusieurs autres physiciens étant arrivés également à des résultats négatifs dans des expériences du même genre, on pensa d'abord que cet organe, de même que les autres muscles dont l'action n'est pas

(a) Sténon, *Ex variorum Animalium sectionibus hinc inde factis super motum cordis auricularum et venæ cavæ* (*Mém. de Copenhague*, t. II, obs. 46).

(b) Haller, *Mém. sur les parties sensibles et irritables du corps animal*, t. I, p. 344 et suiv. — Zimmermann, *Expériences* (Haller, *Op. cit.*, t. II, p. 35 et suiv.).

(c) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 467.

appliquant de l'eau chaude (1) ou en l'exposant à l'action de l'air (2).

On reconnaît aussi, à l'aide de ces expériences, que l'irritabilité est beaucoup plus développée à la face interne des cavités

soumise à la volonté, différait, sous ce rapport, des muscles de l'appareil locomoteur, et était insensible à ce stimulant (*a*); mais le fait de l'excitabilité des mouvements du cœur par le galvanisme fut bientôt constaté par une commission de l'Académie de Turin, composée de Vassali, Giulio et Rossi (*b*). Des expériences plus nombreuses faites peu de temps après par Schmuck, Fowler, M. de Humboldt, Nysten et quelques autres physiciens, donnèrent le même résultat (*c*).

(1) Les expériences de Woodward, de Senac et de plusieurs autres physiologistes (*d*), montrent que le contact de corps chauds excite énergiquement les contractions du cœur. Haller a publié à ce sujet des observations intéressantes faites sur le cœur de l'embryon du Poulet (*e*), et je citerai également les expériences de M. Weber, relatives à l'influence de la température sur la fréquence des battements du cœur de la Grenouille, après l'extirpation de cet organe (*f*). Tout récemment M. Calliburcès a publié des faits du même ordre (*g*).

(2) L'action excitante de l'air sur le cœur a été constituée par les expériences de Wepfer (*h*) et de plusieurs autres physiologistes des XVII[e] et XVIII[e] siècles (*i*), mais a été mise encore mieux en lumière par les recherches de Haller (*j*) et de Zimmermann (*k*).

(*a*) Voyez Sue, *Histoire du galvanisme*, t. III, p. 222.
— Valli, *Lettre* (*Journal de physique*, t. XLI, p. 185).
— Aldini, *Essai théorique et expérimental sur le galvanisme*, 1804, p. 63, 77, 91, etc.
— Bichat, *Recherches sur la vie et la mort*, p. 489 (édit. de Magendie, 1822).

(*b*) Vassali-Eandi, Giulio et Rossi, *Rapport sur des expériences galvaniques* (*Commentarii biographici*, 1792, et *Bibliothèque britannique, sciences et arts*, 1802, t. XXI, p. 92). — *De excitabilitate contractionum in partibus musculosis involuntariis ope animalis electricitatis* (*Mém. de l'Acad. de Turin*, 1792 à 1800, t. VI, p. 40 et suiv.).

(*c*) Fowler, *Experiments and Observations relative to the Influence lately discovered by M. Galvani*, 1793.
— Humboldt, *Expériences sur le galvanisme*, trad. par Jadelot, 1799, p. 342.
— Nysten, *De l'état des propriétés vitales après la mort* (*Recherches de physiologie et de chimie pathologiques*, 1811, p. 300 et suiv.).

(*d*) Woodward, *Géographie physique*, trad. par Noguiez, p. 193 et suiv.
— Senac, *Traité de la structure du cœur*, t. I, p. 322, 328, etc.
— Haller, *Mém. sur la nature sensible et irritable des parties du corps animal*, t. I, p. 73.
— Caldani, *Lettre à Haller* (loc. cit., t. III, p. 127).

(*e*) Haller, *Sur la formation du cœur du Poulet*, 2[e] mém., p. 113.

(*f*) Weber, *Muskelbewegung* (Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*, tome III, 2[e] partie, p. 35).

(*g*) Voyez ci-dessus, p. 78.

(*h*) Wepfer, *Cicutæ aquaticæ historia*, p. 29, etc.

(*i*) Voyez Haller, *Elem. physiol.*, t. I, p. 468.

(*j*) Haller, *Mém. sur les parties sensibles et irritables du corps animal*, t. I, p. 174, 340, 352, etc.

(*k*) Zimmermann, *De irritabilitate* (Haller, *Mém. sur les parties sensibles*, etc., t. II, p. 37 et suiv.).

r qu'à la surface de cet organe (1). Ainsi, dans diverses nces, quelques bulles d'air ou quelques gouttes d'un irritant introduites dans ces cavités ont rétabli les mous, lorsque ceux-ci paraissaient avoir complétement cessé la surface externe du cœur était devenue indifférente à des stimulants (2).

— Les recherches de Haller tendent à prouver que l'agent nfluence détermine dans l'état normal de l'économie les Action du sang.

te observation a été faite par t plusieurs autres physio-z). M. Virchow a trouvé ce-que chez le Chien l'endo-peu sensible au contact des ingers, tels qu'une sonde (b). ction stimulante de l'air sur se manifeste parfois d'une très remarquable. Ainsi il ivent que chez des Animaux apparence, et dont le cœur e se contracter depuis très s, on voit cet organe recom-battre lorsqu'en ouvrant le le péricarde, on l'expose au e ce fluide. M. Valentin a observé ce phénomène chez uilles.

plusieurs cas d'autopsies dans 'ouverture du thorax et l'in-1 de l'air dans le péricarde ou is l'intérieur du cœur déter-des battements de cet organe mme fort longtemps après la de tout signe de vie. Senac a vu nouvements du cœur rétablis adavre par l'effet de l'insuf-l'air par le canal thoracique, Homme mort depuis douze heures (c), et Hunaud, l'un des anciens professeurs au Jardin des plantes à Paris, fut témoin d'un fait analogue (d).

L'action stimulante de l'air sur le cœur a été également mise en évidence par des expériences de M. Tiedemann, dans lesquelles ce physiologiste a étudié ce qui se passe lorsqu'on place dans le vide le cœur d'une Grenouille excisé et encore palpitant. Aussitôt que la raréfaction de l'air atteint un certain degré, les mouvements du cœur s'affaiblissent, et dans l'espace d'environ une demi-minute, ils s'arrêtent tout à fait quand le vide est presque complet; mais ils se déclarent de nouveau lorsqu'on fait rentrer l'air dans le récipient. Dans une des expériences de M. Tiedemann, ces alternatives d'activité et de repos, suivant que le cœur a été exposé au contact de l'air ou soustrait à l'action de ce fluide, ont été constatées dix fois de suite.

Un résultat analogue avait été obtenu précédemment par Fontana; et si Caldani, dans des expériences du même genre, n'a vu les battements cesser

·, *Elementa physiol.*, t. I, p. 469.
ow, *Gesammelte Abhandlungen*, p. 723.
, *Traité du cœur*, t. I, p. 426.
·, *Mém. sur la nature sensible et irritable des parties*, t. I, p. 74.

contractions du cœur, est un stimulant local du même ordre, et consiste dans le sang qui, à chaque mouvement de diastole, afflue dans les cavités dont cet organe est creusé (1). En effet, lorsque le cœur est vide et ne reçoit plus de sang dans son intérieur, il cesse de battre, à moins qu'il ne soit excité par quelque autre stimulant; et si l'on dispose l'expérience de telle sorte que l'un des réservoirs cardiaques reste privé de sang, tandis que l'autre en contiendra, ce dernier continuera à battre, tandis que le premier restera en repos. Ainsi, dans une des expériences de Haller, la veine cave et l'artère branchiale furent liées chez une Anguille; l'oreillette, en se contractant, se vida dans le ventricule, mais, ne recevant plus de sang, cessa de battre; tandis que le ventricule, au contraire, ne pouvant chasser dans l'artère branchiale tout le sang qu'il contenait, continua à se contracter et à se relâcher alternativement, et l'on vit le liquide, ballotté par ces mouvements, monter et

qu'au bout d'un quart d'heure, cela devait tenir à l'imperfection de la machine pneumatique dont il faisait usage (*a*).

M. Tiedemann a constaté aussi que l'action stimulante de l'air augmente lorsque la densité de ce fluide se trouve accrue. Il a obtenu les mêmes résultats en répétant ces expériences sur le cœur du Triton (*b*).

M. Schiff a trouvé que le cœur de la Grenouille, après avoir cessé de battre dans le vide, recommence à se contracter quand on l'expose à l'air, pourvu qu'il y ait encore du sang dans ses vaisseaux ; mais qu'il ne reprend pas ses mouvements s'il est devenu exsangue (*c*).

(1) Le rôle du sang comme excitant des mouvements du cœur avait été entrevu par plusieurs physiologistes du XVII[e] siècle, et notamment par Bartholin, Lancisi et Fantoni (*d*); mais c'est à Haller que l'on doit la connaissance de la plupart des faits les plus propres à établir la proposition énoncée ci-dessus (*e*).

(*a*) Caldani, *Lettre à Haller* (*Mémoires sur les parties sensibles et irritables du corps animal*, par Haller, t. III, p. 135).
— Fontana, *Dissertation épistolaire* (Haller, *Op. cit.*, t. III, p. 217).

(*b*) Tiedemann, *Versuche über die Bewegung des Herzens unter dem Recipienten der Luftpumpe* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1847, p. 490).

(*c*) Schiff, *Der Modus der Herzbewegung* (*Arch. für physiol. Heilk.*, t. IX).

(*d*) Voyez Senac, *Traité de la structure du cœur*, t. II, p. 615 (2[e] édit., 1777).

(*e*) Haller, *Mém. sur la nature sensible et irritable des diverses parties du corps animal*, t. I, p. 370.

scendre dans son intérieur. La ligature placée à l'entrée de oreillette fut alors enlevée de façon à permettre au sang affluer de nouveau dans ce réservoir, et aussitôt celui-ci commença à battre.

Je citerai également une autre expérience du même physiogiste.

Lorsque l'action du cœur s'affaiblit et tend à s'éteindre, le ouvement ne s'arrête pas en même temps dans toutes les rties de cet organe, et la cessation des battements se produit ujours dans le même ordre. C'est l'oreillette droite qui conrve son activité le plus longtemps, et le ventricule gauche 'arrête avant son congénère. L'observation nous apprend aussi ue, dans les cas où la circulation devient languissante, le sang esse d'arriver dans le ventricule gauche avant que son afflux lans le ventricule droit se soit arrêté. Il y a donc là une coïncidence remarquable entre l'ordre suivant lequel ces deux cavités cessent de battre et cessent de recevoir du sang dans leur intérieur; mais une simple coïncidence n'entraîne aucune relation nécessaire de cause et d'effets, et pour tirer de cette circonstance des lumières utiles, il faudrait pouvoir, en changeant l'un des termes, changer aussi l'autre. Or, c'est précisément ce que Haller a fait. A l'aide de ligatures convenablement disposées, il a empêché l'entrée du sang dans le ventricule droit, et il a retenu une certaine quantité de ce liquide dans le ventricule gauche. L'ordre suivant lequel le mouvement s'arrête d'ordinaire dans ces deux réservoirs a été alors renversé, et c'est dans le ventricule gauche que les battements ont persisté le plus longtemps (1).

(1) Haller pratiqua cette expérience sur un Chat. Il coupa la veine cave supérieure, et lia la veine cave inférieure de façon à empêcher le sang d'arriver dans l'oreillette; puis il ouvrit l'artère pulmonaire et vida le ventricule droit. Le sang fut au contraire retenu dans le ventricule gauche par la ligature de l'aorte. Les battements s'arrêtèrent d'abord dans l'o-

Lorsqu'un Animal, tel qu'un Chien au tout autre Mammifère, est près de mourir d'hémorrhagie, son cœur se meut plus longtemps que toute autre partie, mais il arrive un moment où ses battements s'arrêtent, et si l'on introduit alors dans cet organe, au moyen de la transfusion, une petite quantité de sang, on voit ses contractions se rétablir. Pour que ce phénomène se manifeste, il n'est pas nécessaire que le sang parvienne ni au cerveau, ni à la moelle épinière, ni dans aucune autre partie de l'économie ; il suffit de son contact avec la face interne des parois du cœur.

Ainsi, lorsque le cœur d'une Grenouille, séparé du corps de l'animal et vidé de tout le sang qu'il contenait, a cessé de battre, on peut le remettre en mouvement en introduisant quelques gouttes de sang dans son ventricule (1). On peut même ranimer ainsi les contractions dans des fragments de cet organe (2).

reillette droite. Pendant quelque temps le ventricule droit continua à se contracter en même temps que son congénère, mais bientôt il cessa de se mouvoir, tandis que le ventricule gauche chargé de sang continua à battre pendant quatre heures (*a*). Des expériences analogues ont été faites par Caldani, et les résultats en ont été les mêmes (*b*). Dernièrement M. Schiff les a répétées aussi avec un plein succès (*c*).

(1) M. Schiff a pratiqué cette expérience sur des Crapauds et des Lézards aussi bien que sur des Grenouilles. Pour la faire, il place le cœur palpitant sur du papier buvard qui absorbe promptement le sang chassé par les mouvements de systole, et lorsque le ventricule s'est complétement vidé, les battements cessent presque aussitôt. Alors, au moyen d'un tube effilé, il introduit quelques gouttes de sang dans l'oreillette, et tout de suite les battements recommencent. Ce physiologiste a constaté aussi que les battements du cœur cessent quand cet organe est devenu exsangue par suite de contractions longues et violentes déterminées par le galvanisme ; mais que ses mouvements ne tardent pas à se rétablir, si l'on introduit un peu de sang dans le ventricule (*d*).

(2) M. Budge a trouvé que des

(*a*) Haller, *Mém. sur les parties sensibles et irritables*, t. I, p. 363.

(*b*) M. A. Caldani, *Lettre à Haller* (voyez *Mém. sur les parties sensibles et irritables*, t. III, p. 123 et suiv.).

(*c*) Schiff, *Der Modus der Herzbewegung* (Vierordt's *Arch. für physiol. Heilkunde*, 1850, t. IX, p. 34).

(*d*) Idem, *ibid.* (*Arch. für physiol. Heilkunde*, t. IX, p. 36).

lonc bien démontré que le contact du sang sur la paroi es cavités du cœur est capable de déterminer les con- de cet organe, lors même que l'irritabilité de celui-ci affaiblie par les approches de la mort, et par consé- ne paraît légitime de conclure qu'à plus forte raison, circonstances ordinaires, la même action doit être s mêmes effets.

ncipale cause déterminante des battements du cœur me nc être l'excitation produite par le contact de ce liquide arois des cavités dont cet organe est creusé (1).

pendant la diastole ventriculaire, ce n'est pas seule- a surface interne des cavités du cœur que l'influence

du cœur, détachés de cet ndant que son action est , cessent de se contracter ent dès qu'on enlève tout ont ils sont baignés, mais cent à palpiter avec force les met en contact avec du excitation ainsi produite est ice que celle déterminée ment (*a*).

rses objections ont été faites e théorie de l'excitation de tilité du cœur par l'abord ins ses cavités. Ainsi Mark l'action de ce liquide ne être la cause déterminante ole, parce que l'afflux du les ventricules a lieu lente- ue la contraction se produit up, après que la surface es ventricules est en con- cet agent depuis quelque temps (*b*). Mais, ainsi que Burdach le fait remarquer avec raison, une irritation quelconque n'appelle une réaction qu'à la condition d'être portée elle-même jusqu'à un certain degré d'intensité, et par conséquent on comprend facilement que l'influence stimulante du sang puisse n'être suivie de la contraction du cœur que lorsque cet organe est suffisamment rempli (*c*).

On a dit aussi que le cœur de l'embryon du Poulet se contracte avant de contenir du sang ; mais, ainsi que nous le verrons dans une autre partie de ce cours, la formation du sang précède de quelques heures l'apparition des premiers mouvements pulsatiles dans le cœur (*d*).

Dans un Mémoire manuscrit que l'Académie des sciences a renvoyé dernièrement à mon examen, M. J. Paget

, *Die Abhängigkeit der Herzbewegung vom Rückenmarke und Gehirne* (*Archiv für* *lkunde*, 1846, t. V, p. 561).
Ueber die thierische Bewegung, p. 112 (d'après Burdach).
h, *Traité de physiologie*, t. VI, p. 300.
Prevost et Lebert, *Mémoire sur la formation des organes de la circulation et du* *'embryon du Poulet* (*Ann. des sciences nat.*, 1844, 3e série, t. I, p. 283).

stimulante du sang s'accroît. Au moment de la contraction de cet organe, les petits vaisseaux qui en parcourent la substance se trouvent pressés par l'élargissement des fibres charnues dont ils sont entourés, et par conséquent se vident plus ou moins complétement, tandis que pendant la diastole ils reprennent leur calibre ordinaire, et la circulation s'active dans leur intérieur. La disposition anatomique des valvules sigmoïdes qui garnissent l'entrée de l'aorte doit contribuer aussi à rendre l'abord du sang dans les artères coronaires moins facile pendant la contraction que pendant le repos des ventricules, et par conséquent il y a là un concours de circonstances qui contribuent à faire varier périodiquement la somme des influences stimulantes dont la réunion provoque la systole (1).

a cru pouvoir expliquer la cause du retour périodique des contractions du cœur en attribuant ce phénomène à un mode rhythmique de la nutrition de cet organe ; mais il ne donne aucune preuve de l'existence d'une intermittence dans ce travail nutritif, et par conséquent je crois inutile de discuter ici cette hypothèse (a).

(1) Les physiologistes ont été très partagés d'opinions relativement au rôle de la circulation du sang dans les vaisseaux coronaires et à la manière dont cette circulation s'effectue; mais ici, comme dans beaucoup d'autres questions scientifiques, il y a eu de chaque côté des conclusions trop absolues, et la vérité me semble être entre les deux extrêmes.

Déjà, du temps de Haller et de Senac, les uns avaient soutenu que chez l'Homme les orifices des artères coronaires sont recouverts par les valvules sigmoïdes de l'aorte, lorsque ces soupapes se relèvent pour laisser passer le sang chassé du ventricule pendant la systole de cet organe ; mais d'autres anatomistes avaient remarqué que souvent ces orifices sont placés trop loin du cœur pour être obstrués de la sorte (b).

Dernièrement cette question a été traitée de nouveau par M. Brücke, et a donné lieu à une discussion très approfondie entre ce physiologiste et M. Hyrtl. Le premier de ces auteurs s'est appliqué à établir, mieux que ne l'avaient fait les anciens anatomistes, que chez l'Homme, ainsi que chez les autres Mammifères et chez les Oiseaux, les orifices des artères coronaires, situés immédiatement au-dessus de l'entrée de l'aorte, sont recouverts par les valvules sigmoïdes, lorsque

(a) J. Paget, *Recherches sur la cause des mouvements rhythmiques du cœur* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1857, t. XLV, p. 409).

(b) Voyez Senac, *Traité de la structure du cœur*, t. I, p. 89 et suiv.

résultats nous aideront à comprendre le retour pério-es contractions du cœur. En effet, cet organe, stimulé présence du sang dans son intérieur, se contracte, ela même fait cesser cette excitation, car il chasse ainsi té ou la plus grande partie du liquide dont l'action avait né ce mouvement, et dès lors il rentre dans l'état de nais ce repos permet l'entrée d'une nouvelle quantité de ns son intérieur, et de là une nouvelle excitation à la tion. L'action appelle le repos, et le repos devient une action. La nature nous offre donc là un nouvel exemple enchaînements de phénomènes qui sont à la fois des des causes, qui se renouvellent par cela même qu'ils et qui persistent avec le même caractère, tant que les

pes se relèvent pour laisser sang dans le système arté-açon que, pendant la systole ire, les vaisseaux propres ne recevraient pas de sang, eraient même en partie par la compression exercée sur aires lors de la contraction musculaires entre lesquelles eaux sont logés. Il est vrai e cadavre on trouve souvent les artères coronaires un peu de l'espace recouvert de la les valvules sigmoïdes ; mais e pense qu'en général ce dé-it est un résultat de la rigi-avérique. Il fait remarquer chez les Reptiles, où l'ar-onaire naît beaucoup plus vaisseau traverse très obli-les parois de l'aorte, de façon qu'il doit être oblitéré lorsque ce dernier tronc vasculaire est distendu par le jet de sang lancé du cœur dans son intérieur (*a*).

M. Hyrtl soutient une opinion contraire. Il pense que le sang arrive dans les vaisseaux coronaires pendant la systole ventriculaire aussi bien qu'après la clôture des valvules sigmoïdes, et il s'appuie sur ce fait que, si l'on injecte l'aorte par la veine pulmonaire, on remplit les artères coronaires, bien que, dans ce cas, les valvules en question aient dû être relevées pendant le passage de l'injection. Il a rappelé aussi que le jet de sang qui s'échappe de la piqûre faite à une artère coronaire est plus fort pendant la systole ventriculaire que pendant la diastole (*b*).

M. Brücke explique ce phénomène

e, *Physiologische Bemerkungen über die* Arteriæ coronariæ cordis (*Sitzungsberichte* *ch. Akad. zu Wien*, 1855, t. XIV, p. 345).
Vortrag. Beweis dass die Ursprünge der Coronar-Arterien, während der Systole der on den Semilunarklappen nicht bedeckt werden und das der Eintritt des Blutes in icht während der Diastole stattfindet (*Sitzungsber.*, t. XIV, p. 373).

instruments qui les produisent sont aptes à remplir leurs fonctions accoutumées. Ajoutons encore, pour compléter ce tableau, que l'expulsion du sang, au moment de la systole, est aussi la cause principale de l'afflux de ce liquide stimulant au

par la compression des capillaires lors de la contraction des fibres charnues du cœur (a). Mais M. Hyrtl a répliqué par une expérience faite sur le cœur d'un Silure. L'artère coronaire étant coupée transversalement et isolée, il a vu que le sang s'échappait du tronçon supérieur, et non du tronçon inférieur (b).

M. Endemann a fait aussi des expériences sur ce sujet, en simulant sur un cœur rempli de liquide les mouvements de contraction et de dilatation des ventricules, et en observant les oscillations de la colonne mercurielle dans un manomètre mis en communication avec l'une des artères coronaires. A chaque systole du cœur une poussée du liquide se manifestait dans ces vaisseaux, et, par conséquent, il conclut que les valvules sigmoïdes n'en ferment pas l'entrée lorsque ces soupapes se relèvent contre les parois de l'aorte (c).

J'ajouterai aussi que M. Donders a trouvé que les pulsations des artères coronaires sont synchroniques avec la systole ventriculaire (d).

D'après cet ensemble de faits, il me paraît évident que dans la plupart des cas l'entrée des artères coronaires doit être abordable pour le sang pendant la systole aussi bien que pendant la diastole ventriculaire; mais je pense, comme M. Brücke, que, pendant l'état de contraction des parois charnues du cœur, les petits vaisseaux logés dans la substance de ces parois doivent être comprimés au point de se vider en partie, et qu'au moment de la diastole, le sang, pressé par les parois élastiques des grosses artères, doit affluer en abondance dans ces petits capillaires. Il me paraît probable qu'il y a même ainsi un mouvement de va-et-vient des grosses veines dans les capillaires, car on sait qu'excepté à leur terminaison dans le sinus commun, ces vaisseaux n'ont pas de valvules.

Il est d'ailleurs bien établi que la présence du sang dans les vaisseaux propres du cœur est une des conditions du développement de la puissance contractile dans le tissu musculaire de cet organe. Ainsi, dans des expériences faites sur ce sujet par M. Erichsen, on a vu que chez les Mammifères la ligature des artères coronaires est suivie assez promptement de la cessation des contractions du cœur, et que la durée de ces mouvements est encore abrégée si l'on ouvre les veines coronaires de façon à faciliter la sortie du sang, tandis

(a) Brücke, *Der Verschluss der Kranzschlagadern durch die Aorten Klappen*. Wien, 1855 (2ᵉ article).

(b) Hyrtl, *Ueber die Selbststeuerung des Herzens, ein Beiträg zur Mekanik der Aorten Klappen*. Wien, 1855.

(c) Endemann, *Beiträge zur Mekanik der Kreislaufs im Herzen* (Dissert. inaug.). Marburg, 1856 (voy. Henle et Meissner, *Bericht über die Fortschritte der Anat. und Physiol. im Jahre 1856*, p. 432).

(d) Donders, *Physiologie des Menschen*, t. I, p. 41.

nt de la diastole; car la colonne sanguine renfermée le système circulatoire est poussée, pour ainsi dire, tout pièce, et l'entrée d'une ondée dans l'extrémité artérielle stème est suivie de la sortie d'une quantité correspon- par l'autre bout de cet appareil hydraulique, et, par

ffet contraire a lieu quand on es ligatures de façon à empri- une certaine quantité de ce dans les vaisseaux propres ır (*a*).

chiff a obtenu des résultats es; et en pratiquant cette ex- e sur l'artère qui porte le sang épaisseur des parois du ventri- oit sans oblitérer celles qui se ent au ventricule gauche, il a mouvements de celui-ci conti- omme d'ordinaire, tandis que est demeuré promptement en bien que dans les circonstances ires ce soit le ventricule gauche rrête le premier (*b*).

uterai que M. Brown-Séquard a uvoir aller plus loin dans l'ex- on du rôle du sang dans la pro- n des mouvements du cœur. Il que c'est le sang veineux con- dans les vaisseaux propres du qui provoque la systole, et cela n de l'acide carbonique que ce renferme. Suivant ce physio- , le développement de la puis- musculaire serait entretenu par g artériel, mais ce serait le sang veineux qui agirait comme stimulant pour déterminer la contraction des fibres musculaires du cœur (*c*).

M. Radcliffe a cherché aussi à expliquer les mouvements rhythmiques du cœur, en supposant que l'état de relâchement des fibres musculaires est déterminé par l'afflux du sang artériel dans les vaisseaux coronaires, et l'état de contraction par l'action de ce même sang devenu veineux par le fait de son séjour dans les capillaires (*d*). Mais cela me paraît peu probable. En effet, nous voyons par les expériences de M. Castell, que le cœur d'une Grenouille, séparé du corps et plongé dans du gaz acide carbonique, ne bat pas plus fortement que dans l'air, et que ses mouvements s'arrêtent beaucoup plus tôt. Dans les nombreuses expériences de cet auteur, les pulsations ont cessé au bout de huit ou même de six minutes dans le gaz acide carbonique, tandis qu'elles continuaient pendant environ une heure dans de l'azote ou dans de l'hydrogène, et se prolongeaient pendant plus de douze heures dans l'oxygène (*e*).

richsen, *On the Influence of the Coronary Circulation on the Action of the Heart* (*London Gazette*, 1842, 2ᵉ série, t. II, p. 561).
chiff, *Der Modus der Herzbewegung* (*Arch. für physiol. Heilkunde*, t. IX).
Brown-Séquard, *On the Cause of the Beatings of the Heart* (*Experimental Researches to Physiology and Pathology*, 1853, p. 114).
adcliffe, *The Physical Theory of Muscular Contraction* (*Medical Times*, 1855, t. X,
astell, *Ueber das Verhalten des Herzens in Verschidenen Gazarten* (Müller's *Archiv für and Physiol.*, 1854, p. 226).

conséquent, pour sortir de l'extrémité veineuse du cercle vasculaire, il ne peut que pénétrer dans le cœur.

Influence de l'épuisement sur le retour périodique des contractions du cœur.

§ 3. — Ainsi, dans les circonstances ordinaires, le retour rhythmique des contractions du cœur semble être déterminé par l'arrivée intermittente du sang dans les cavités ventriculaires. Mais cette cause n'est pas la seule dont dépende la périodicité des battements de cet organe. En effet, lorsque l'excitation produite par le contact du sang, ou de tout autre fluide stimulant, devient permanente, la contraction ne persiste guère plus longtemps que d'ordinaire et continue à être interrompue par des repos réguliers. Le caractère rhythmique de ces mouvements doit donc dépendre en partie au moins de quelque autre cause, et, pour s'en rendre compte, on est obligé d'invoquer des faits d'un ordre différent.

Lorsque nous étudierons d'une manière spéciale la production du mouvement par les muscles en général, nous verrons que la force en vertu de laquelle ces organes se contractent s'épuise toujours plus ou moins promptement par le fait même de son emploi; les fibres, dont la contraction a duré pendant un certain temps, cessent d'être irritables et se relâchent; mais le repos les rend aptes à fonctionner de nouveau, comme si la puissance motrice s'y engendrait d'une manière continue, et ne se dépensant que pendant la durée de la contraction, pouvait s'y accumuler pendant le repos, et arriver ainsi au degré d'intensité voulu pour déterminer une nouvelle contraction. La décharge de cette force, dont dépendrait la contraction, serait donc soumise à deux conditions, son accumulation en quantité suffisante et l'intervention d'une puissance stimulante. Si l'action de cette dernière force était continue, son effet se manifesterait dès que la puissance contractile serait arrivée à un certain degré, et cesserait du moment que la décharge déterminée par son influence se serait effectuée; l'action du muscle serait donc suivie d'un repos qui rendrait cet organe apte à agir de nouveau sous

npire de la même cause d'activité, et, par cette succession tats différents de la fibre musculaire, on comprend la possi- ité de ses contractions rhythmiques, lors même que son action ait sollicitée d'une manière continue par une stimulation manente.

Sous ce rapport, le cœur ne diffère pas des autres muscles: contraction amène l'épuisement de sa force contractile; cet uisement amène le repos, et le repos permet le rétablissement la puissance contractile. Ainsi, à raison de la nature de ce énomène, l'action du cœur serait périodique, lors même que cause déterminante de la contraction ne se ferait pas sentir ne manière intermittente, comme c'est le cas de l'excitation duite par l'afflux du sang.

Mais l'énergie de la contraction paraît être en rapport avec quantité de force contractile accumulée dans l'organe qui se ntracte, et, par conséquent, sous l'influence d'une stimulation nstante qui en provoquerait l'emploi dès que cette accumu- ion atteindrait la limite inférieure indispensable à la produc- n du mouvement, celui-ci devra être très faible, et, toutes oses étant égales d'ailleurs, très fréquent. Or c'est ce qui a lieu fectivement quand le sang se trouve retenu dans les cavités du eur; les battements de cet organe deviennent petits et précipi- s, tandis que dans les circonstances ordinaires, à la suite d'un pos prolongé, amené par l'absence de ce stimulant, les contrac- ons déterminées par celui-ci ont une intensité très grande.

L'intermittence dans l'action stimulante du sang sur le cœur 'est donc pas la seule cause de la périodicité rhythmique des ouvements de cet organe, mais favorise beaucoup le dévelop- ement de la force nécessaire pour donner à ces mouvements puissance voulue pour l'exercice du travail circulatoire, et le peut être considérée même comme étant, dans les circon- ances ordinaires, le mobile dont dépend le retour régulier de s battements. Résumé.

Rôle du système nerveux dans la production des contractions du cœur.

§ 4. — L'observation journalière nous apprend que la production de certaines sensations est suivie de la contraction involontaire de divers muscles qui obéissent cependant à la volonté, et que, par exemple, la douleur résultante de la piqûre ou du tiraillement d'une partie sensible détermine, soit dans la partie même, soit ailleurs, une réaction de ce genre. Au premier abord, on pourrait donc supposer que le cœur est influencé de la même manière par le contact du sang, et qu'il se contracte par suite de la sensation ainsi produite; mais cette hypothèse ne résiste pas à un examen sérieux, car il a été bien démontré que le cœur est en réalité insensible : le contact des corps étrangers n'y fait naître aucune sensation, c'est-à-dire n'y produit aucune impression dont nous ayons la conscience.

Insensibilité du cœur.

Cette insensibilité du cœur se déduit non-seulement de diverses expériences dans lesquelles la lésion de cet organe n'a été suivie d'aucun signe indicatif de souffrance, mais aussi de témoignages directs. Harvey s'en est assuré en examinant le jeune Montgomery dont j'ai déjà eu l'occasion de parler (1). Il a pu palper, à plusieurs reprises, le cœur de cet homme sans que ces mouvements donnassent lieu à aucune sensation. Montgomery n'avait conscience de l'application du doigt de l'observateur sur son cœur que lorsqu'on touchait en même temps les parties voisines des parois thoraciques (2).

Influence du cerveau et de la moelle épinière sur le cœur.

§ 5. — L'irritabilité du cœur ne saurait donc être attribuée à la sensibilité de cet organe; mais la faculté que possède le système nerveux d'exciter des mouvements dans l'organisme

(1) Voyez ci-dessus, page 15.

(2) Dans un cas d'ectopie partielle du cœur chez un enfant qui vécut trois mois, M. O'Brian a vu aussi que les attouchements pratiqués sur cet organe ne déterminaient la manifestation d'aucun signe de sensibilité (a).

(a) O'Brian, *Case of Partial Ectopia* (*Trans. of the Prov. Assoc.*, et *Amer. Journ. of Med. Scienc.*, 1838, t. XXIII, p. 494).

.épendante de la faculté de sentir. On sait aussi que les
›s des membres, lors même qu'ils sont devenus insen-
peuvent être mis en action par l'influence du cerveau ou
moelle épinière, influence qui leur est transmise par les
noteurs; et, par conséquent, on doit se demander si les
ctions du cœur ne seraient pas, comme les contractions de
›s muscles, dans la dépendance des grands foyers d'inner-
, et ne se trouveraient pas placées sous l'empire, soit de l'axe
o-spinal, soit des ganglions du système sympathique.
premier abord, cela pouvait paraître probable, et diverses
ences mal interprétées ont fait penser qu'il en était ainsi :
s mouvements du cœur étaient dépendants de l'influence
ıcéphale transmise à cet organe par les nerfs pneumo-
ıues (1), ou bien encore que le principe de ces mouve-
avait son siége dans la moelle épinière.

Ine expérience qui date de
té, et qui, après avoir été pra-
ar Rufus d'Éphèse (*a*) et par
b), a été souvent répétée par
iologistes de nos jours, aussi
e par ceux du XVII° et du
ècle, avait conduit quelques
à penser que les mouvements
r étaient sous l'empire des
ıeumogastriques. En effet, la
de ces nerfs est quelquefois
l'une mort très prompte, et
aini, Willis et Lower, attri-
ce résultat à une paralysie du
éterminée par l'opération (*c*); mais d'autres expérimentateurs virent que la section des nerfs en question ne produit rien d'analogue (*d*), et Haller fut conduit à considérer ces nerfs comme n'ayant pas d'action sur le cœur (*e*). Enfin les recherches de Legallois nous ont donné la clef de toutes les variations qui se remarquent dans les résultats de cette vivisection ; car elles ont établi que la mort prompte qui s'observe parfois dans les expériences de ce genre résulte non pas de la cessation des battements du cœur, mais de la paralysie des muscles dilatateurs de la

ez Morgagni, *De sedibus et causis morborum*, epist. XIX, art. 23.
en, *De Hippocr. et Platon. decretis*, lib. II, cap. VI, et *De locis affectis*, lib. I, cap. VI.
olomini, *Anatomicæ prælectiones*, 1586, p. 272.
lis, *Nervorum descriptio* (*Opera omnia*, 1682, t. I, p. 86).
er, *Tractatus de corde*, 1708, p. 90.
n, *Circulus anat. et physiol.*, 1697, p. 104.
an, *Opera anatomica*, 1649, p. 414.
apius, *Fundamenta medicinæ*, 1644, p. 112.
ac (voyez Senac, *Traité du cœur*, 1777, t. I, p. 424).
er, *Elementa physiologiæ corporis humani*, t. I, p. 403.

Opinion de Legallois.

Ainsi Legallois, après avoir reconnu que l'ablation du cerveau n'arrête pas les battements du cœur, pourvu que la vie de l'Animal soit entretenue à l'aide de la respiration artificielle, trouva que cet organe est subitement paralysé lorsqu'en introduisant un stylet dans le canal vertébral, on écrase la moelle épinière; et il en conclut que la force en vertu de laquelle le cœur se contracte provient de cette portion centrale du système nerveux (1). Mais ce physiologiste aurait été plus réservé dans ses déductions, s'il avait connu les résultats obtenus par les expériences de quelques-uns de ses devanciers.

La contractilité du cœur ne dépend pas de la moelle épinière.

En effet, Zimmermann et Spallanzani avaient constaté que l'ablation complète de la moelle épinière pouvait être pratiquée sans déterminer la paralysie du cœur (2). Wilson Philip, en répétant les expériences de Legallois, a reproduit les faits observés par ce physiologiste, mais a trouvé

glotte : paralysie qui, à son tour, détermine l'asphyxie, si les cartilages du larynx ne sont pas assez résistants pour maintenir par eux-mêmes la communication libre entre l'arrière-bouche et les voies pulmonaires (*a*). Quant à l'influence que la section des pneumogastriques exerce réellement sur les mouvements du cœur, nous y reviendrons bientôt.

(1) Dans les expériences de Legallois, présentées à l'Académie des sciences en 1811, et faites sur de très jeunes Lapins, la respiration artificielle fut pratiquée lorsque les mouvements naturels du thorax devenaient insuffisants. Dans ces conditions, la décapitation n'interrompit pas la circulation; mais la destruction de la moelle épinière par écrasement détermina presque immédiatement la cessation des mouvements du cœur, et cela lors même que cette opération n'avait été étendue qu'à la région cervicale seulement ou bornée à la région dorsale (*b*).

(2) Zimmermann, ayant détruit le cerveau et la moelle épinière d'un Chien, ouvrit la poitrine de cet Animal, et vit que le mouvement du cœur se soutenait; au bout d'une heure, tout indice d'activité avait disparu (*c*).

Spallanzani fit une expérience analogue sur un Triton (*d*).

(*a*) Legallois, *Expériences sur le principe de la vie* (*Œuvres*, t. I, p. 152 et suiv.).
(*b*) Idem, *ibid.*, t. I, p. 96 et suiv.
(*c*) Zimmermann, *Dissert. de irritabilitate*. Göttingue, 1751. Voyez Haller, *Mém. sur les parties sensibles et irritables du corps animal*, t. II, p. 37.
(*d*) Spallanzani, *Expériences sur la circulation*, p. 342.

, même chez les Mammifères, les battements du cœur dans certains cas, persister après la destruction com- l'axe cérébro-spinal (1). Enfin M. Flourens a fait voir mment que, même chez les Oiseaux, la circulation, par la respiration artificielle, peut continuer pendant ne heure après que l'on a enlevé ou détruit le système spinal tout entier (2).

prouver que le principe d'activité du cœur ne provient moelle épinière, ainsi que le supposait Legallois, on quer aussi des cas tératologiques dans lesquels la on du sang s'est effectuée de la manière ordinaire, bien l'axe cérébro-spinal, frappé d'un arrêt de développe- it depuis longtemps disparu de l'organisme (3).

on Philip reconnut qu'en it sur des Grenouilles, soit pins rendus insensibles par porté sur la tête, et main- ie au moyen de la respira- ielle, on pouvait enlever la l'axe cérébro-spinal sans battements du cœur, et, conditions, la destruction de épinière à l'aide d'un stylet roduit dans le canal rachi- cta pas davantage les mou- de cet organe. Mais ce iste observa des phénomènes à ceux décrits par Legallois écrasait brusquement, soit e, soit la moelle épinière, oup de marteau, par exem- les Lapins, cette destruction cerveau arrêta temporaire-ment la circulation, et les battements du cœur, sans être anéantis, furent beaucoup affaiblis par l'écrasement rapide de la moelle épinière effectué à l'aide d'un gros stylet plongé dans le canal vertébral. Dans tous les cas, cependant, Wilson Philip vit les mouvements du cœur se rétablir spontanément après un certain temps de repos (*a*).

Les résultats obtenus par ce physiologiste ont été confirmés par plusieurs autres expérimentateurs (*b*).

(2) M. Flourens a trouvé qu'en pratiquant la respiration artificielle, on pouvait soutenir la circulation chez les Oiseaux pendant plus d'une heure après la destruction de tout le système cérébro-spinal (*c*).

(3) Lallemand a constaté l'absence

hilip, *An Experimental Inquiry into the Laws of the Vital Functions*, p. 56 et suiv.
oldt, *Versuch über das Leben und seine Grundkräfte auf dem Wege der Experi- siologie*, 1817.
, *Untersuchungen zur Lebensnaturlehre und zur Heilkunde*, 1818.
meyer, *Untersuchungen über den Kreislauf des Bluts*, 1828.
ry, *Dissert. sur la cause des mouvements du cœur*. Thèse, Paris, 1824, n° 90.
ns, *Recherches expérimentales sur les propriétés et les fonctions du système nerveux*, 4.

La contractilité du cœur ne dépend pas des ganglions extra cardiaques

Des expériences analogues à celles dont je viens de parler, mais faites sur les autres centres nerveux avec lesquels le cœur se trouve en relation, par l'intermédiaire des nerfs qui s'y rendent, montrent également que la faculté contractile de cet organe ne dépend de l'action d'aucun de ces foyers d'innervation situés au loin, et ne peut tenir qu'à une force engendrée sur place, c'est-à-dire dans l'intérieur du cœur lui-même. Effectivement, on a pu détruire tour à tour chacun des ganglions nerveux qui se trouvent dans son voisinage, ou dans d'autres régions plus éloignées, sans arrêter ses battements (1).

complète de la moelle épinière et de l'encéphale chez un fœtus humain qui était arrivé presque à terme, et qui n'aurait pu vivre de la sorte dans le sein de sa mère, si son cœur ne s'était pas contracté de manière à effectuer la circulation du sang.

Cet auteur cite aussi un certain nombre de faits analogues recueillis par Morgagni, Ruysch et plusieurs autres pathologistes (*a*).

(1) Prochaska fut, je crois, le premier à attribuer aux ganglions du grand sympathique la production de la force nerveuse qui entretiendrait la contractilité du cœur (*b*), et cette hypothèse a été soutenue de nos jours par plusieurs physiologistes (*c*); mais les foyers d'innervation auxquels ils faisaient allusion sont les ganglions cervicaux ou les autres organes du même ordre, qui sont situés plus ou moins loin du cœur, et la persistance des mouvements de ce viscère après sa résection suffirait pour prouver que le principe de ces mouvements ne saurait être localisé de la sorte en dehors de sa substance. Ainsi, dans un premier travail sur cette question, M. Brachet (de Lyon) a cru pouvoir établir expérimentalement que la section des nerfs qui émanent des ganglions cervicaux moyens et inférieurs détermine immédiatement la cessation des contractions du cœur (*d*). D'autres expérimentateurs ont constaté que cela n'est pas (*e*); puis, dans une nou-

(*a*) Lallemand, *Observations pathologiques propres à éclairer divers points de physiologie*. Thèse, Paris, 1818, et 2ᵉ édit., 1825, p. 40 et suiv.

(*b*) Prochaska, *Commentatio de functionibus systematis nervosi* (*Operum minorum pars I*, p. 166).

(*c*) Lallemand, *Observations pathologiques propres à éclairer plusieurs points de physiologie*, 2ᵉ édit., 1825, p. 70 et suiv.

(*d*) Brachet, *Mém. sur les fonctions du système nerveux ganglionnaire*, 1821, p. 47.

(*e*) Milne Edwards et Vavasseur, *De l'influence que les ganglions cervicaux moyens et inférieurs du grand sympathique exercent sur les mouvements du cœur* (*Ann. des sciences nat.*, 1826, t. IX, p. 329).

Voyez aussi à ce sujet :

— Dupuis, *Observ. et expér. sur l'enlèvement des ganglions cervicaux des nerfs trisplanchniques des Chevaux* (*Journ. de méd.*, 1816, t. XXXVII, p. 340).

— Jobert, *Études sur le système nerveux*, 1838, p. 294.

. d'ailleurs que le cœur d'un Animal vivant continue ntracter avec force et régularité, pendant un temps ;, après qu'on l'a arraché de la poitrine (1).

es physiologistes ont pensé qu'on pouvait expliquer

ation, le même auteur rôle aux ganglions car- sont placés près de la ur (a); mais M. Longet a e ceux-ci pouvaient aussi sans que les battements s fussent interrompus par Ainsi M. Longet, après ié le cœur d'un Animal avoir retranché les oreil- que les gros vaisseaux,)ase de façon à détruire nt le plexus ganglionnaire :ette partie, et il vit ce- battements persister avec

inglions intrinsèques du ıvaient seulement dans la nettoyée, il faudrait con- te expérience que l'irrita- ır est complétement indé- ı système nerveux; mais ous apprend que certains s médullaires du même logés plus profondément ɛur des parois ventricu- par conséquent on peut ar analogie, que si une rveuse est nécessaire à e cette irritabilité, cette léveloppée dans ces der- ms.

', avec son érudition ac- ı réuni un grand nombre d'observations éparses dans les auteurs, relativement à la durée des battements du cœur de divers Animaux après la résection de cet organe. Leeuwenhoeck a vu le cœur d'une Anguille se mouvoir ainsi pendant six heures; Redi a vu ce phénomène se maintenir pendant neuf heures dans le cœur d'une Torpille, et Montanus dit que chez le Saumon les battements ont persisté pendant vingt-quatre heures. Haller rapporte aussi des exemples d'une durée encore plus grande de l'irritabilité chez des Reptiles, surtout chez des Serpents (d). Chez les Mammifères et les Oiseaux adultes, les contractions du cœur ne se continuent en général que pendant quelques minutes après son extirpation; mais chez les Mammifères hibernants l'irritabilité se conserve quelquefois pendant fort longtemps. Ainsi Templer rapporte que, ayant ouvert deux Hérissons vivants, et ayant détaché le cœur, il vit cet organe, placé sur un plat, exécuter des mouvements alternatifs de systole et de diastole pendant deux heures; pendant la dernière demi-heure, les contractions s'étaient beaucoup affaiblies, mais se ranimaient quand on piquait l'organe avec la pointe d'une aiguille. Enfin un quart d'heure après que les cœurs en question eurent

Recherches expérimentales sur les fonctions du système nerveux ganglionnaire, t suiv.).
natomie et physiologie du système nerveux, t. II, p. 605.
ɛ III, page 508.
lementa physiologiæ, t. I, p. 471.

cette persistance de l'irritabilité du cœur, ainsi séparé du reste du corps, par l'hypothèse de l'accumulation préalable d'une certaine quantité de force nerveuse qui aurait été engendrée dans la moelle épinière ou dans quelque autre foyer d'innervation plus ou moins éloigné de cet organe, et transmise à celui-ci par l'intermédiaire des nerfs (1).

La puissance contractile du cœur s'engendre dans cet organe.

Au premier abord, cette interprétation des faits peut paraître plausible, mais elle ne me semble pas être l'expression de la vérité. Effectivement, il est d'autres expériences qui prouvent, à mes yeux, que la production de la force dont dépend la contractilité du cœur, tout en pouvant être influencée par l'action des grands centres médullaires avec lesquels cet organe est en relation, a lieu sur place, et résulte de l'action, soit des fibres musculaires, soit des petits foyers d'innervation qui se trouvent en assez grand nombre dans l'épaisseur des parois ventriculaires.

Si le cœur tirait d'une source étrangère la puissance en vertu de laquelle ses fibres se contractent sous l'influence des stimulants locaux, cette force irait toujours en diminuant à mesure que l'on s'éloigne davantage du moment où cet organe ne pourrait plus en recevoir du dehors, soit parce que le foyer d'innervation aurait été détruit, soit parce que la communication avec celui-ci aurait été interrompue. Or les choses ne se passent pas de la sorte.

Wilson Philip, dont j'ai déjà eu l'occasion de citer les travaux, a reconnu que la paralysie du cœur déterminée par l'écrasement brusque de la moelle épinière ou du cerveau n'est pas permanente. Si l'on entretient la vie de l'Animal au moyen de la

cessé de battre de la sorte, il vit les pulsations reparaître sous l'influence d'une douce chaleur (a).

(1) Voyez Longet, *Anat. et phys. du système nerveux*, t. II, p. 601.

(a) Templer, *Upon the Motion of the Hearts of two Urchins after their being Cut out* (Philos. Trans., 1673, t. VIII, p. 6016).

spiration artificielle, le cœur retrouve peu à peu son irritabilité, et recommence à battre, bien qu'il ne puisse plus tirer du hors aucune nouvelle provision de force nerveuse (1).

Influence des ganglions cardiaques.

§ 6. — Mais, comme nous l'avons vu précédemment (2), existe dans l'épaisseur des parois du cœur une multitude de rfs, ainsi qu'un certain nombre de ganglions qui, par anagie, doivent être considérés comme autant de foyers d'innertion, et, par conséquent, tout en circonscrivant aux limites du ur lui-même le siége du travail vital dont résulte sa force ntractile, il nous reste encore à déterminer si cette force est gendrée par ses éléments nerveux ou par ses fibres muscures, ou, en d'autres termes, si la contractilité musculaire est e propriété inhérente aux fibres constitutives des muscles ou e puissance qui leur est communiquée par les nerfs.

Source de l'irritabilité musculaire.

Depuis le temps de Haller les physiologistes sont partagés opinions à ce sujet, et aujourd'hui encore deux hypothèses nt en présence.

Haller supposait que l'irritabilité est une propriété inhérente la fibre musculaire et ne dépend pas de l'activité fonctionnelle système nerveux.

La plupart des physiologistes de l'époque actuelle considèrent contraire cette propriété comme étant communiquée aux scles par les nerfs, et se sont appliqués à découvrir le siége la production de la force nerveuse dont cette faculté dépenait (3). Nous examinerons d'une manière complète cette

(1) On doit à M. Schiff beaucoup xpériences qui tendent aussi à blir que les mouvements rhythmies du cœur ne dépendent pas d'une ion nerveuse réflexe et n'ont pas r principe au dehors de cet organe même (a).

(2) Voyez tome III, page 510.

(3) La position de ces ganglions diffus est telle, qu'il serait difficile d'obtenir par des vivisections des preuves directes de leur influence sur les mouvements du cœur. En effet, nous avons vu que, chez les Mammi-

(a) Schiff, *Ueber der Modus der Herzbewegung* (*Arch. für phys. Heilk.*, t. IX).

question délicate, lorsque nous étudierons particulièrement les fonctions du système nerveux, et, pour le moment, je me bornerai à dire que des expériences récentes tendent à faire prévaloir la théorie hallérienne. Effectivement, mon savant collègue, M. Cl. Bernard, et M. Kölliker, professeur à l'université de Wurtzbourg, ont établi qu'à l'aide de certaines substances toxiques on peut annihiler l'action des nerfs moteurs chez un Animal vivant, sans détruire l'irritabilité des muscles (1), et que, d'autre part, on peut faire perdre à ces derniers organes

fères, il en existe sur le trajet de plusieurs branches des nerfs du cœur. Mais les expériences dans lesquelles on a divisé en fragments plus ou moins minimes le cœur de la Grenouille, sans faire cesser les phénomènes de contraction dans les portions ainsi isolées, sont défavorables à l'hypothèse de l'origine nerveuse de la puissance contractile.

Un des arguments qu'on a employés contre la théorie hallérienne est fondé sur l'analogie qui se remarque dans les effets de l'opium appliqué sur un nerf ou introduit directement dans la cavité du cœur.

Haller croyait que le cœur n'était pas soumis à l'influence sédative des narcotiques, parce que dans les cas où la sensibilité et les autres fonctions cérébrales sont interrompues par l'action générale de ces substances, on voit le cœur continuer à battre; mais cela prouve seulement que le système cérébro-spinal est plus facile à engourdir ainsi que ne le sont les nerfs cardiaques et leurs ganglions, et un des contemporains de Haller, Whytt, a constaté que le cœur n'est pas soustrait à l'influence de l'opium (a). L'action sédative de cette substance sur ce viscère a été mieux démontrée par les expériences de M. W. Henry. Ce physiologiste a vu que l'injection d'une certaine quantité de solution aqueuse d'opium dans les cavités du cœur, chez le Lapin, est suivie non seulement de la cessation de tout mouvement spontané dans cet organe, mais de la perte complète de l'irritabilité. L'action sédative de cette substance est beaucoup moins marquée quand on l'applique extérieurement (b).

(1) On sait depuis longtemps que le *curare* ou *woorara*, substance dont les indigènes de l'Amérique méridionale se servent pour empoisonner leurs flèches (c), paralyse les mouvements volontaires, mais n'arrête pas les

(a) Whytt, *Physiological Essays*.

(b) W. C. Henry, *A Critical and Experimental Inquiry into the Relations between Nerve and Muscle* (*Edinburgh Med. and Surg. Journal*, 1832, t. XXXVII, p. 11).

(c) Voyez Brodie, *Experiments and Observations on the Different Modes in which Death is produced by certain Vegetable Poisons* (*Philos. Trans.*, 1812; réimprimé dans ses *Physiolog. Research.*, p. 57 et suiv.).

ritabilité, sans altérer d'une manière appréciable les pro- du système nerveux (1). Cette analyse physiologique

its du cœur (a). Or M. Cl. Ber- fait voir que cette paralysie le l'annihilation de l'excitabi- nerfs moteurs, mais laisse l'irritabilité des muscles ces nerfs se rendent. En uand l'organisme est sous ce de ce poison, le galvanisme à l'un de ces nerfs ne produit contraction dans les muscles ndants ; mais, en faisant agir lant directement sur les fibres ires, on provoque dans celles- mouvements ordinaires (b). re expérience, due à M. Köl- lent compléter les résultats tenus, car elle montre que èce de paralysie dépend de ocale du curare sur les nerfs ans l'épaisseur même des affectés. Ce poison agit par édiaire du sang, qui le trans- ans les diverses parties de me, et M. Kölliker a constaté on empêche le fluide en circu- 'arriver dans un muscle en particulier, on préserve celui-ci de la paralysie générale dont le reste du système locomoteur est frappé (c). M. Bernard a fait plus récemment des expériences analogues (d). Il paraîtrait donc que, sous l'influence toxique du curare, les mouvements généraux sont anéantis, parce que les nerfs moteurs deviennent inaptes à mettre en jeu l'irritabilité des muscles, mais que cette irritabilité persiste dans toutes les parties de l'organisme, et continue à produire des contractions là où des stimulants d'un autre ordre interviennent : dans le cœur, par exemple, où le contact du sang provoque les mouvements systolaires.

Dans l'empoisonnement par le chlorure de baryum, M. Brodie a remarqué aussi que les battements du cœur persistaient et pouvaient être même plus fréquents que d'ordinaire, bien que l'Animal fût dans un état d'insensibilité générale avec paralysie et dilatation de la pupille (e).

(1) Cette annihilation de l'irrita-

z Humboldt, *Voyage aux régions équatoriales*, t. II, p. 547 et suiv.
in et Boussingault, *Examen chimique du curare, poison des Indiens de l'Orénoque* *him.*, 1828, t. XXXIX, p. 24).
tier et Persoz, *Examen chimique du curare* (*Ann. de chim.*, 1829, t XL, p. 213).
chomburg, *On the Urari, the Arrow Poison of the Indians* (*Ann. of Nat. Hist.*, 1841, 107).
sso, *Recherches sur le curare*. Paris, 1835.
chomburg, *On the Urari* (*Pharmaceutical Journal*, April, 1857).
ernard et Pelouze, *Recherches sur le curare* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, XXI, p. 533).
Bernard, *Action du curare et de la nicotine sur le système nerveux et sur le système* e (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1850, t. II, p. 195).
ker, *Physiologische Untersuchungen über die Wirkung einiger Gifte* (Virchow's *Archiv ogische Anat. und Physiol.*, 1856, t. IX).
ernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteuses*, 1857, p. 267 463 et suiv.
ie, *Further Observations and Experiments in the Action of Poisons on the Animal Sys- s. Trans.*, 1812, et *Physiolog. Research.*, p. 91 et suiv.).

des fonctions conduit donc à faire penser que l'irritabilité n'est pas sous la dépendance des nerfs, et appartient à la fibre musculaire elle-même (1).

Action de divers poisons sur la contractilité du cœur.

§ 7. — Il est aussi à noter que la puissance contractile du cœur peut être considérablement affaiblie, ou même détruite par l'action de certains poisons, sans que des effets du même ordre se manifestent en même temps dans le système nerveux cérébro-spinal ou dans les muscles qui en dépendent. Ainsi, dans les cas d'empoisonnement déterminés chez des Chiens par l'upas antiar, on a vu les mouvements respiratoires continuer après que le cœur avait cessé de battre (2), et, dans d'autres expériences faites sur des Grenouilles pour constater le mode d'action du sulfate de cuivre, on a vu également le cœur s'arrêter lorsque l'Animal exécutait encore des mouvements volon-

bilité dans tout le système musculaire est déterminée par l'action du sulfocyanure de potassium. Dans les cas d'empoisonnement par cette substance, le cœur cesse de battre et les autres muscles ne se contractent plus sous l'influence du galvanisme, mais les nerfs de la sensibilité conservent leur excitabilité (a).

(1) Les expériences dont je viens de parler ne me semblent pas suffire pour trancher complétement la question en litige, car les influences exercées par le système nerveux sont très variées, et nous savons que certaines substances toxiques annihilent une ou plusieurs des propriétés de ce système sans détruire les autres facultés nerveuses. Il serait par conséquent possible que l'innervation ne fût pas complétement suspendue dans le tissu musculaire dont les nerfs sont devenus indifférents aux excitants qui d'ordinaire provoquent leur action sur les parties irritables. Du reste, nous examinerons à fond cette question dans une autre partie de ce cours.

(2) L'upas antiar est un poison préparé par les Javanais avec le suc d'un arbre de la famille des artocarpées nommé *Antiaris toxicaria*.

Sir B. Brodie a trouvé que l'introduction d'une très petite quantité de cette substance dans une plaie est promptement suivie d'un grand ralentissement des battements du cœur ; les contractions de cet organe deviennent irrégulières et s'interrompent fréquemment, tandis que les mouvements respiratoires continuent avec leur amplitude et leur fréquence ordinaire. La mort arrive subitement, et quand l'Animal tombe, son cœur ne bat plus, bien qu'il puisse encore faire

(a) Cl. Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques*, p. 354 et suiv.

que ses membres étaient agités de contractions con-
ès violentes (1).
:ai que le cœur, séparé du reste de l'organisme,
es effets analogues par le contact de diverses sub-

:nts respiratoires et qu'il
ıefois des mouvements
; membres (a).
t M. Kölliker a fait des
analogues sur des Gre-
il a trouvé aussi que la
cœur par l'upas antiar
:ssation des mouvements
b).
i que le poison des Mad'-
'enant d'un arbre appelé
enenifera, détermine éga-
:ssation des mouvements
ıe produit qu'assez long-
la paralysie des muscles
:t automatiques. Le ven-
dans un état de contrac-
ente (c).
›it à M. J. Blake beau-
riences intéressantes sur
diverses substances miné-
nt sur le cœur, lorsqu'on
directement dans le tor-
rculation. Quelques centi-
: sulfate de zinc, adminis-
sée, déterminent, au bout
secondes, chez le Chien,
diminution dans la force
des contractions ventriculaires, ainsi que ce physiologiste s'en est assuré en mesurant par l'hémodynamomètre de M. Poiseuille la pression du sang dans les artères. L'injection d'une quantité un peu plus considérable de ce sel arrête presque subitement les battements du cœur et détruit l'irritabilité de cet organe.

Le sulfate de magnésie produit des effets analogues, mais moins intenses.

Le sulfate de cuivre, au contraire, est plus actif. Dans une expérience faite sur un Chien, l'injection de 30 centigrammes fut suivie immédiatement de quelques palpitations irrégulières du cœur, puis d'une grande diminution dans la pression exercée par cet organe sur le sang artériel, et l'emploi d'une dose un peu plus considérable du même sel détermina en douze secondes la cessation de tout mouvement dans les oreillettes aussi bien que dans les ventricules (d).

Pour mettre mieux en évidence les effets produits par le sulfate de cuivre sur le jeu du cœur, M. Moreau a fait sur des Grenouilles diverses expé-

(a) Op. cit. (*Physiological Researches*, p. 60 et suiv.).
(b) *Einige Bemerkungen über die Wirkung des Upas antiar* (*Verhandlungen der Phys.-med. Gesellschaft*, 1857, Bd. VIII).
(c) et Pelikan, *Some Remarks on the Physiological Action of the* Tanghinia venenifera (*Proceedings of the Royal Soc.*, 1858, t. IX, p. 173).
(d) ke a publié plusieurs Mémoires relatifs à l'influence exercée par diverses substances a contractilité du cœur ; ce sont : 1° *Observ. on the Physiological Effects of various* *uced into the Circulation, as indicated by the Hæmodynamometer* (*Edinb. Med.* *urn.*, 1839, t. LI, p. 331). — 2° *On the Action of Poisons* (*Op. cit.*, t. LIII, p. 331, 12).— 3° *On the Action of the Saline Substances when introduced into the Vascular* *it.*, 1840, t. LIV, p. 339). — 4° *Mém. sur les effets de diverses substances injec-* *ystème circulatoire* (*Archives générales de médecine*, 1839, 3° série, t. VI, p. 284).

stances toxiques. Ainsi le cœur d'une Grenouille, isolé de la sorte et placé dans des conditions favorables, peut continuer à battre pendant plusieurs heures, tandis que son irritabilité se

riences dans lesquelles, au moyen d'une ouverture pratiquée à la paroi antérieure du thorax, cet organe fut poussé au dehors, opération qui ne paraît causer aucune perturbation grave dans ses fonctions, car les Animaux préparés de la sorte peuvent être facilement conservés pendant une huitaine de jours. Le cœur, ainsi mis à nu, bat avec la régularité ordinaire ; mais si l'on introduit un peu de sulfate de cuivre dans l'abdomen, en moins d'une heure les pulsations cessent complétement. Après que le cœur est devenu ainsi tout à fait inactif, M. Moreau a vu cependant l'animal exécuter quelques mouvements volontaires, et pendant cinq minutes il y eut encore quelques mouvements réflexes assez énergiques. Le galvanisme appliqué aux nerfs lombaires déterminait des mouvements violents dans les muscles des membres inférieurs, mais le cœur ne se contractait plus sous l'influence des stimulants.

Ce physiologiste a vu aussi l'excitabilité des nerfs périphériques persister plusieurs heures chez des Grenouilles, après la cessation des mouvements du cœur dans l'empoisonnement par le sulfate de mercure, et il a obtenu des effets analogues en employant d'autres préparations du même métal (*a*).

Les sels de baryte et de strontiane, injectés dans les veines, détruisent aussi très rapidement l'irritabilité du cœur, sans faire cesser les contractions des muscles des membres (*b*).

On connaît un grand nombre d'autres substances qui, introduites dans le torrent de la circulation en quantités même assez faibles, diminuent beaucoup la puissance contractile du cœur, ou même en arrêtent plus ou moins complétement l'action. Tels sont :

L'acide oxalique (*c*);

L'acide cyanhydrique, et le cyanure d'ammoniaque (*d*);

Le nitrate de potasse (*e*).

Le bichlorure de mercure (*f*).

Dans l'empoisonnement par l'arsenic, l'irritabilité du cœur est considérablement diminuée ou même éteinte (*g*). Appliquée directement

(*a*) Moreau, *Recherches sur l'action des poisons sur le cœur* (*Mém. de la Soc. de biologie*, 1855, 2ᵉ série, t. II, p. 171).

(*b*) Blake, *Op. cit.* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1841, t. LVI, p. 113 et suiv.).

(*c*) Christison et Coindet, *An Experim. Inquiry on Poisoning by Oxalic Acid* (*Edinburgh Med. and Surg. Journ.*, 1823, t. XIX, p. 184, 324 et suiv.).

(*d*) Mayer, *Die Vergiftung durch Blausäure* (*Arch. für physiol. Heilkunde*, 1843, t. II, p. 249).
— Schiff, *Modus der Herzbewegung* (*Arch. für phys. Heilkunde*, t. IX).

(*e*) Blake, *Op. cit.* (*Arch. gén. de méd.*, 1839, 3ᵉ série, t. VI).

(*f*) Brodie, *Further Obs. and Exp. on the Action of Poisons* (*Philos. Trans.*, 1812, et *Physiol. Researches*, p. 98).
— Schiff, *Experimentelle Untersuchungen über die Nerven des Herzens* (*Arch. für physiol. Heilk.*, 1849, t. VIII, p. 186). — *Modus der Herzbewegung* (*Archiv für physiol. Heilkunde*, 1850, t. IX, p. 55).

(*g*) Jäger, *Dissertatio de effectibus arsenici in varios organismos*. Tübingen, 1808.
— Brodie, *Op. cit.*, p. 82 et suiv.
— Schiff, *Op. cit.*, p. 55.

ɜn cinq ou six minutes dans le gaz acide carbonique, et ux minutes quand il est exposé à l'action du chlore (1).

. — Mais si le principe de l'irritabilité musculaire ne pas dans le système nerveux, il n'en est pas moins ıt que les divers foyers d'innervation exercent une très e influence sur le développement de cette force. Effec- ent, nous avons déjà vu, par les expériences de Legal-]ue la destruction brusque de la moelle épinière arrête ouvements du cœur, et Wilson Philip a trouvé que le ; effet se produit lorsqu'on écrase tout à coup le cerveau (2). lorsque préalablement, on a interrompu les communica- nerveuses entre le système cérébro-spinal et le cœur, upant les deux nerfs pneumogastriques qui s'étendent de ›elle allongée jusque dans l'abdomen et qui fournissent ranches à cet organe, la destruction de la moelle épinière : l'encéphale n'est plus suivie des mêmes effets : le cœur ıue à battre.

Influence du système nerveux sur le développement de la contractilité du cœur.

ʒ effets sédatifs de certains médicaments sur la circula-

nerf, cette substance en dé- ıssi l'excitabilité ; mais, intro- dans la circulation, elle ne t pas le même effet.

ium exerce une action sédative cœur, même chez des Animaux ont l'axe cérébro-spinal a été préalablement (a).

M. Castell a publié une série sante d'expériences sur la durée tivité du cœur séparé de l'orga- et placé dans divers gaz. Elles ; faites sur des Grenouilles, et siologiste a vu que dans l'oxy- ɛs battements persistaient pen- onze heures, tandis que dans l'hydrogène ou dans l'azote le cœur cessa de se contracter au bout d'environ une heure, mais sans avoir perdu son irritabilité. Dans le gaz acide sulfhydrique la paralysie s'est déclarée, terme moyen, au bout de douze minutes, et dans l'acide carbonique au bout d'environ six minutes. Le protoxyde d'azote détermine des effets non moins prompts, et l'action sédative du gaz acide sulfureux est encore plus rapide. Enfin, le gaz acide hydrochlorique, de même que le chlore, détruit toute irritabilité en deux minutes (b).

(2) Voyez ci-dessus, page 136.

ıstell, *Ueber das Verhalten des Herzens in verschiedenen Gasarten* (Müller's *Archiv für nd Physiol.*, 1854, p. 248).

hytt, *An Account of Experiments made with Opium on living or dying Animals* (*Works*, . 311).

tion, la digitale, par exemple, sont la conséquenc
tion de ces substances sur le cerveau, et cessent d
duire quand la communication entre le cœur et l'enc
l'intermédiaire des nerfs pneumogastriques vient à
rompue. On peut donc les citer aussi comme p
l'influence de l'axe cérébro-spinal sur les mouve
cœur (1).

Mais l'action des grands centres nerveux sur le
ments de cet organe est plus facile à mettre en éviden

(1) Vers la fin du siècle dernier, Cullen, médecin célèbre d'Édimbourg, constata la propriété dont jouit la digitale pourprée de ralentir les battements du cœur, et depuis lors on a fait souvent usage de ce médicament pour combattre les palpitations, les hémorrhagies, etc. Administrée à doses modérées, elle détermine en général une diminution de 15 à 20 pulsations par minute et même davantage. Ferriar a vu le nombre des battements du cœur être réduit ainsi de moitié, et l'on cite un cas dans lequel le pouls est tombé à 17 sous l'influence de cette substance (*a*). A hautes doses, la digitale produit souvent des effets contraires. Récemment, M. Traube (de Berlin) a fait des expériences intéressantes sur l'action de cette substance. En injectant une certaine quantité de digitale dans les veines d'un Chien, il a fait descendre le pouls de 128 à 32 dans l'espace d'une heure; mais quand la dose dépass limites, les battements sont accélérés et sont m de 200. Lorsque les nerfs triques étaient coupés pré l'injection de la digitale da ne déterminait aucun effet sur les mouvements du c

Il est aussi à noter q tains états pathologiques nerveux, dans les cas de violentes du cerveau, p le pouls devient souven Chomel cite un cas de c lequel, pendant plusieurs cœur ne donnait que 14 par minute (*c*).

On a vu aussi les bat cœur devenir intermitten fluence de la pression exe tumeur sur les filets des mogastriques qui se rende cardiaque (*d*).

(*a*) Ferriar, *An Essay on the Medical Properties of* Digitalis purpurea, 1799.
— Hamilton, *Observ. on* Digitalis purpurea *or Foxglove*, 1807, p. 87.
— Bidault de Villiers, *Essai sur les propriétés médicinales de la digitale pourp*
— Homolle et Quevenne, *Mém. sur la digitaline et la digitale pourprée* (*Archiv logie* de Bouchardat, 1854, p. 170).

(*b*) Traube, *Ueber die Wirkungen der Digitalis* (Canstatt's *Jahresbericht*, 1853, t.

(*c*) Chomel, *Pathologie générale*, p. 268.

(*d*) Heine, *Ueber die organische Ursache der Herzbewegung* (Müller's *Archiv fi Physiol.*, 1841, p. 234).

riences dans lesquelles on fait passer à travers la sub-
; ces foyers d'innervation un courant galvanique dis-
En agissant de la sorte sur la moelle épinière, on
e dans tous les muscles de l'appareil locomoteur des
ons tétaniques d'une grande violence, sans affecter
ient l'action du cœur ; mais M. Weber et M. Budge ont
ie si l'on dirige le même courant sur la moelle allongée,
: aussitôt les mouvements de ce dernier organe, et ce
, une contraction permanente qu'on y détermine de la
'est un état de repos, une sorte de paralysie (1). La

plupart des auteurs attri- le mérite de cette décou- rtante à M. Ed. Weber (de mais elle me paraît avoir même temps par ce phy- t par M. Budge.

t de départ de toutes ces s est un travail publié en M. Masson. Ce physicien le passage d'une série ra- nmotions galvaniques de la bdomen détermine non- des contractions tétaniques d'une grande intensité, rt très promptement (*a*).

, M. Er. H. Weber commu- i réunion des naturalistes iaples les résultats des re- qu'il avait faites en com- son frère sur la contrac- laire, et d'après l'influence ition électro-magnétique de llongée ou des nerfs pneu- es exerce sur les mouvements du cœur, il arriva à cette conclusion : que l'énergie de ces mouvements dépend essentiellement de l'axe cérébro-spinal ; que le centre d'action de cette force est dans la moelle allongée ; que les nerfs pneumogastriques la transmettent de là au cœur ; enfin que le rhythme des mouvements du cœur est réglé par le grand sympathique (*b*).

Au commencement de 1846, M. Budge publia des expériences établissant que, chez la Grenouille, le passage d'un courant électro-magnétique discontinu dans la moelle allongée détermine le *repos du cœur*, tandis que les muscles de la vie animale sont mis dans un état de contraction spasmodique, et que les mouvements du cœur sont également suspendus par la galvanisation discontinue des nerfs pneumogastriques (*c*).

Peu de temps après, MM. Weber firent paraître pour la première fois,

De l'induction d'un courant sur lui-même (*Ann. de chimie et de physique*, 1837, ?).
Circa l'influenza dell' asse cerebro-spinale et del gran simpatico su i movimenti del :lla settima adunanza degli scienziati italiani tenuta in Napoli, in octobre 1845, i, 1840).
Briefliche Mittheilung über die Herzbewegung (Müller's *Archiv für Anat. und* ·6, p. 294).

section ou la ligature des nerfs pneumogastriques empêche ces effets de se produire ; mais si l'on galvanise de la même

en Allemagne, le travail dont des extraits avaient été communiqués précédemment à la réunion des naturalistes italiens, et en ce qui concerne le point dont nous nous occupons ici, ils y formulèrent des conclusions identiques avec celles présentées par M. Budge (*a*).

Une discussion s'est alors élevée sur la question de priorité entre M. Budge et MM. Weber, et c'est à raison de la communication faite l'année précédente, à la réunion de Naples, que l'on donna gain de cause à ces derniers. Mais rien dans les actes de cette réunion n'autorise à croire qu'antérieurement à la publication de M. Budge, MM. Weber eussent reconnu l'effet sédatif produit sur le cœur par la galvanisation discontinue de la moelle allongée ou des pneumogastriques ; et s'ils avaient vu que dans ces expériences les battements du cœur étaient arrêtés, il y a tout lieu de croire qu'ils attribuaient cet arrêt à une contraction permanente de l'organe et non au relâchement de ses fibres, puisqu'ils concluent de ces mêmes expériences que le principe d'activité du cœur réside dans la moelle épinière. Si la question de priorité ne devait se décider que sur ces pièces, M. Budge me paraîtrait donc avoir été incontestablement le premier à faire connaître au public le phénomène si curieux du repos du cœur sous l'influence de l'excitation de la moelle allongée ; mais on trouve dans les *Annales* d'Omodei, publiées à Milan, un autre document qui porte la date de 1845, et qui établit d'une manière plus nette les droits de MM. Weber. C'est un article des frères Weber, relatif aux expériences dont ils avaient communiqué précédemment quelques résultats au congrès de Naples, car le fait de l'arrêt des mouvements du cœur y est formellement annoncé (*b*). On sait cependant que les journaux de médecine italiens paraissent souvent fort longtemps après le moment qui est indiqué sur leur titre, et dans le mémoire publié par ces auteurs en 1846, il n'est pas fait mention de l'article dont je viens de parler. Il me semble donc probable que la découverte de MM. Weber a été faite à peu près en même temps que le travail de M. Budge, et que c'est indépendamment l'un de l'autre que ces deux auteurs sont arrivés au même résultat.

Quoi qu'il en soit, les faits ainsi introduits dans la science ont été bientôt après vérifiés et complétés par les expériences de MM. Schiff (*c*),

(*a*) E. H. Weber, *Ueber E. Weber's Entdeckungen in der Lehre von der Muskel Contraction* (*Müller's Archiv für Anat. und Physiol.*, 1846, p. 497).

(*b*) *Experimenta physiologica in theatro anatomico Lipsiensi facta a professoribus Ed. et Ern. H. Weber fratribus et ab hoc cum viris doctis septimi congressus Italici communicata.* Napoli (*Ann. univers. di medicina* del Dott. Omodei, t. CXVI, p. 227, nov. 1845).

(*c*) Schiff, *Experim. Untersuch. über die Nerven des Herzens* (Arch. für physiol. Heilkunde, 1849, t. VIII, p. 166 et 442). — *Der modus der Herzbewegung* (Arch. für physiol. Heilkunde, t. IX, p. 60).

ɜ le tronçon cardiaque du nerf coupé, on suspend les tions du cœur, tout comme en galvanisant dans les

Ludwig (*a*), Claude Ber- Brown-Séquard (*c*) et plu- .res physiologistes (*d*). ıit d'abord pensé que, pour cet arrêt des mouvements par la galvanisation des ıstriques, il fallait agir à la ɜs deux nerfs; mais M. Schiff ȿ que ce résultat peut être ır la galvanisation d'un seul ːrfs, pourvu que le courant ın soit assez puissant (*e*), et ınimal soumis à l'expérience igoureux, l'effet sédatif est rqué et ne détermine sou- n ralentissement du pouls. ıit aussi, d'après les expé- e M. Cl. Bernard, que l'in- ɛercée sur le cœur par la ion des nerfs pneumogas- triques, est moins grande chez les Oiseaux que chez les Mammifères et les Batraciens (*f*).

Si l'on continue l'expérience au delà d'un certain temps, l'influence paralysante s'émousse, et les battements du cœur peuvent se rétablir spontanément (*g*); mais on peut alors produire un nouvel arrêt en faisant passer le courant d'induction dans une portion du nerf située au-dessous du premier point d'application (*h*).

M. Eckhard a constaté qu'en soumettant les pneumogastriques à l'action du sel commun, on produit sur le cœur les mêmes effets qu'en surexcitant ces nerfs à l'aide d'un courant galvanique discontinu (*i*).

Enfin, il résulte des expériences de M. Waller, que l'exercice de cette in-

ı Ludwig, *Einige neue Versuche über Herzbewegung* (*Zeitschrift für rationn. Medicin*, p. 127).

ł8, M. Lefebvre mentionna brièvement le fait de l'arrêt du cœur observé par M. Cl. Ber- ɞe physiologiste galvanisait l'extrémité périphérique des nerfs vagues (*Observ. d'anat.*, *t de pathol.*, thèse, Paris, 1848, n° 58), et plus récemment M. Cl. Bernard a publié une ı d'expériences sur ce sujet (voyez *Leçons sur la physiologie et la pathologie du sys- ɛ*, 1858, t. II, p. 381 et suiv.).

-Séquard, *De l'arrêt passif des battements du cœur par l'excitation galvanique de la gée et par la destruction subite du centre cérébro-rachidien* (*Comptes rendus de la gie*, 1850, t. II, p. 26).

Ueber die Einwirkung der Magnetelektricität auf das Blutherz und die Lymphher- 's Neue Notizen, 1846, t. XXXVIII, p. 312).

on, *Questiones de vi nervorum vagorum in cordis motu*. Halis, 1847 (voyez Canstatt's 1848, t. I, p. 165).

, *Ueber functionell verschiedene und räumlich getrennte Nervencentra im Frosch- er's Arch. für Anat. und Physiol.*, 1852, p. 163).

aussi Budge, *Einfluss der Reizung und Zerstörung von Theilen des Gehirns und s auf Bewegung der vom N. sympathicus versorgten Organen* (Wagner's *Handwörter- ysiologie*, 1846, t. III, p. 412).

Exper. Untersuch. über die Nerven des Herzens (*Arch. für physiol. Heilk.*, t. VIII,

rnard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, 1858, t. II,

', *Op. cit.*

in, *Grundriss der Physiologie*, p. 551.

Op. cit. (*Arch. für physiol. Heilkunde*, 1849, t. VIII, p. 179).

d, *Zur Theorie der Vagus-Wirkung* (Müller's *Arch. für Anat. und Physiol.*, 1851,

circonstances ordinaires le centre nerveux dont ce cordon émane (1).

fluence sédative est subordonnée à l'intégrité des filets nerveux que les pneumogastriques reçoivent de l'accessoire de Willis; car si l'on détruit celui-ci d'un côté du cou, la galvanisation du pneumogastrique correspondant devient sans effet sur le cœur, tandis qu'en agissant de la même manière du côté opposé, on arrête, comme d'ordinaire, les battements de cet organe (*a*).

M. Brown-Séquard a constaté que la piqûre ou l'ablation de la portion de la moelle épinière appelée le *point vital*, peut produire sur le cœur des effets analogues à ceux déterminés par la galvanisation de cette portion du système nerveux; le pouls diminue subitement de force et de vitesse ou s'arrête même complétement (*b*).

Enfin, ce physiologiste pense que le ralentissement ou l'arrêt du pouls qui avait été observé par M. Weber et quelques autres physiologistes, lors des mouvements respiratoires laborieux (*c*), ne dépend pas seulement des effets mécaniques de ces mouvements sur le cœur, mais tient plutôt à l'action nerveuse qui est développée pour les produire, et qui s'étendrait au cœur aussi bien qu'aux muscles thoraciques. Effectivement, quand le pouls est devenu lent, M. Brown-Séquard a vu un ralentissement marqué dans les contractions du cœur à la suite de chaque effort inspiratoire, chez de jeunes Animaux dont le thorax avait été largement ouvert (*d*).

(1) La suspension de la fonction conductrice des nerfs en général, par l'effet des ligatures, est bien connue depuis longtemps, et M. Stannius a constaté que par ce moyen on empêche la manifestation des phénomènes qui, dans les circonstances ordinaires, résultent de l'action de la moelle épinière sur le cœur. Ainsi le passage d'un courant galvanique discontinu dans cette portion du système nerveux n'arrête plus les mouvements du cœur quand les pneumogastriques sont liés (*e*).

Je rappellerai aussi que, par l'action toxique de certaines substances, du curare par exemple, on peut rendre les nerfs pneumogastriques inaptes à remplir leurs fonctions ordinaires; et lorsqu'ils sont sous l'influence de cet agent, l'excitation intense de la moelle allongée par le courant d'induction reste sans effet sur les mouvements du cœur (*f*). Quand les nerfs ont été excités de la sorte, l'écrasement

(*a*) Waller, *Expériences sur les nerfs pneumogastrique et accessoire de Willis* (*Gaz. méd.*, 1856, p. 420).

(*b*) Brown-Séquard, *Recherches sur les causes de la mort après l'ablation de la partie de la moelle allongée qui a été nommée point vital* (*Journal de physiologie*, 1858, t. I, p. 222).

(*c*) Voyez ci-dessus, page 87.

(*d*) Brown-Séquard, *Note sur l'association des efforts inspiratoires avec une diminution et l'arrêt des mouvements du cœur* (*Journal de physiologie*, 1858, t. I, p. 512).

(*e*) Stannius, *Zwei Reihen physiologischer Versuche* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1852, p. 85).

(*f*) Cl. Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques*, 1857, p. 348, 367, etc.

— Il est donc bien démontré qu'il existe des relations in-
›ntre le mode d'action du cœur et de la moelle allongée,
ces relations s'établissent principalement, sinon exclusi-
t, par l'intermédiaire des nerfs pneumogastriques (1).
›rès les faits que je viens de rapporter, on serait tenté de
aussi que l'influence exercée par ce foyer d'innervation
entiellement sédative et tend à arrêter les mouvements du
Une autre expérience dont les résultats sont moins nets,
'en sont pas moins très intéressants, semble au premier
mettre ce point hors de toute contestation. Quand on
les nerfs pneumogastriques et que l'on soustrait, par
|uent, le cœur à l'action directe de la moelle allongée, on
s battements de cet organe s'accélérer (2). On en a conclu

de la moelle épinière est éga-
sans influence sur les batte-
u cœur.
I. Brown-Séquard a constaté
rasement rapide de l'un des
is semi-lunaires détermine
'arrêt des mouvements du
nais que cet effet se produit
ement par suite de la réaction
sur la moelle allongée, car le
ésultat ne s'obtient pas quand
fs pneumogastriques ont été
préalablement (a). Ce physio-
:xplique ainsi les cas de mort
›roduits par l'application d'un
olent sur le ventre, et il pense
ıque l'ingestion d'une certaine
: d'eau très froide dans l'esto-
été immédiatement mortelle, comme cela s'est vu plusieurs fois (b), c'est encore à l'arrêt des battements du cœur qu'il faut attribuer ce singulier phénomène (c).

(2) Cette accélération des mouvements du cœur, à la suite de la section des nerfs pneumogastriques, a été constatée par beaucoup d'expérimentateurs ; mais ce phénomène n'est pas constant, et quelquefois l'effet contraire s'observe. Ainsi, dans deux expériences de ce genre faites sur des Chiens par MM. Höffa et Ludwig, on mesura, à l'aide d'un instrument particulier qui représente graphiquement la marche des pulsations du cœur, la durée des mouvements de systole et de diastole des ventricules avant et après la section de ces nerfs.

wn-Séquard, *Recherches expérimentales sur la physiologie et la pathologie des capsules* ›s, p. 30 (extr. des *Archives générales de médecine*, 1856).
›ez Guérard, *Considérations générales sur l'hygiène et sur les accidents qui peuvent à l'ingestion des boissons froides lorsque le corps est échauffé* (*Annales d'hygiène pu-* 342, t. XXVII, p. 43).
wn-Séquard, *Recherches sur les causes de la mort après l'ablation de la partie de la longée nommée point vital* (*Journ. de physiologie*, 1858, p. 230).

que dans l'état normal le système cérébro-spinal tient, pour ainsi dire, en bride la force contractile du cœur, et que l'exaltation de cette puissance sédative déterminée par le passage d'un courant galvanique discontinu dans la moelle allongée est la cause du repos qui se manifeste dans cette circonstance (1).

Mais cette hypothèse n'est pas en accord avec l'ensemble des faits connus ; car, dans d'autres cas, on voit l'excitation de l'axe cérébro-spinal produire une augmentation dans l'action du cœur.

Ainsi, plusieurs physiologistes ont vu le pouls s'accélérer lorsqu'ils excitaient directement le cerveau ou la moelle épinière

Dans la première expérience, la durée moyenne d'une série complète de ces mouvements était de 0,22 secondes avant la section, et de 0,15 après l'opération ; mais dans la deuxième expérience le résultat fut inverse ; la durée moyenne des battements était de 0,18 avant et de 0,20 après la section des pneumogastriques (a).

Dans les expériences faites sur des Chiens, le nombre des battements du cœur a souvent doublé à la suite de la section des nerfs pneumogastriques (b) ; mais il paraîtrait, d'après quelques expériences de M. A. Moreau, que chez les Grenouilles cette opération est sans influence sur le nombre des pulsations (c).

M. Eckhard a trouvé que si l'on fait passer un courant galvanique continu et puissant par une partie du pneumogastrique, on produit le même effet que si l'on coupait ce nerf, et que les mouvements du cœur s'accélèrent (d).

(1) Quelques physiologistes pensent qu'il existe une sorte d'antagonisme entre l'action de la moelle allongée qui s'exerce sur le cœur par l'intermédiaire des pneumogastriques et celle de la portion cardiaque du grand sympathique ; que cette dernière serait excito-motrice et la précédente sédative (ou bridante, pour employer ici l'expression adoptée par les auteurs allemands), de sorte que les mouvements de cet organe seraient réglés par la résultante de ces deux forces (e) ; mais cette hypothèse ne paraît pas être fondée et ne compte aujourd'hui que peu de partisans.

(a) Ludwig und Hoffa, *Einige neue Versuche über Herzbewegung* (*Zeitschr. für rationn. Med.*, 1850, t. IX, p. 140).

(b) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, t. II, p. 394.

(c) Voyez Cl. Bernard, *Op. cit.*, p. 395.

(d) Eckhard, *Physiologie des nerfs et traitement du tétanos* (*Gazette hebdomadaire de médecine*, 1854, t. I, p. 607).

(e) E. H. Weber, *Ueber Ed. Weber's Entdeckungen in der Lehre von der Muskelcontraction* (*Müller's Arch. für Anat. und Physiol.*, 1846, p. 503.

— Valentin, *Grundriss der Physiologie*, p. 563.

quant de l'alcool sur la surface de ces organes préala-
dénudés (1).

nnaît aussi des substances qui, introduites dans le tor- la circulation, agissent sur le système cérébro-spinal et ıent également d'une manière consécutive une grande tion dans les mouvements du cœur. La nicotine produit ; et, pour s'assurer que l'excitation du cœur est bien at, non de l'action directe du poison sur cet organe, l'influence de cette substance sur le système nerveux,

ıon Philip a fait cette expé- la manière suivante sur des Animal étant rendu insen- ın coup assené sur la tête, thorax et pratiqua la respi- ficielle de façon à maintenir écouvrit ensuite le cerveau e épinière, et appliqua sur · organe un peu d'alcool. e accélération dans les bat- ı cœur se manifesta aussitôt. effet fut produit par l'appli- l'alcool sur le cerveau (*a*). iences ont été répétées par ›hysiologistes, et les mêmes nt été obtenus (*b*).

›ien apprécier l'influence citations faibles de diverses ı système nerveux peuvent r les mouvements du cœur, ı déterminé d'abord la ma- cet organe bat chez divers après l'enlèvement du cer- vu ainsi que chez la Gre- : Bombinator et le Lézard, les pulsations diminuent d'abord de fréquence assez graduellement, puis restent à peu près stationnaires pendant un temps assez long, après lequel elles se ralentissent de nouveau et deviennent irrégulières. Dans une seconde série d'expériences, il a soumis les Animaux mutilés de la sorte à de faibles excitations galvaniques ou à l'action de divers stimulants chimiques appliqués sur la moelle épinière ou sur quelque autre partie du système cérébro-spinal, et il a constaté que, dans la plupart des cas, il en résultait une légère accélération dans les battements du cœur (*c*).

Chez un jeune Lapin, dont il avait lié les nerfs pneumogastriques pour empêcher la transmission de tout effet réflexe, il a vu les battements du cœur s'élever de 94 à 112 par minute, quand il excitait d'une manière très modérée la portion inférieure de ces nerfs par le galvanisme (*d*).

ilip, *An Experimental Inquiry into the Laws of the Vital Functions* (1826, 3ᵉ édit.,

r, *Dissert. sur la cause des mouvements du cœur*. Thèse, Paris, 1824, nº 90, p. 18.
, *Anat. et physiol. du système nerveux de l'Homme* (t. I, p. 293).
Experimentelle Untersuchungen über die Nerven des Herzens (*Archiv für physiolo-*
ınde, 1849, t. VIII, p. 196 et suiv.).
loc. cit., p. 233.

il suffit d'interrompre la communication directe e
parties au moyen de la section des nerfs pneumoga
car alors la nicotine, tout en produisant les symptô
veux observés précédemment, ne modifie pas la fréq
pouls (1).

Dans diverses expériences, on a vu aussi l'excitation
pneumogastriques être suivie d'une augmentation dan
quence du pouls (2).

Enfin l'excitation de quelques parties du système g
naire a été également suivie d'une certaine accélérat
les battements du cœur (3).

(1) Ainsi, dans des expériences faites sur un Chien, M. Cl. Bernard a vu que l'introduction de quelques gouttes de nicotine dans une plaie faite à la cuisse, détermina divers symptômes nerveux et fit monter le pouls de 115 à 332. Quelques jours après, l'Animal, étant parfaitement rétabli, fut soumis de nouveau à la même expérience, mais on coupa les nerfs pneumogastriques avant d'administrer la nicotine ; avant l'introduction de cette substance dans la plaie, le pouls était à 206, et après il ne devint pas plus rapide ; au bout de quelques minutes, il descendit même à 195, mais les symptômes nerveux généraux se manifestèrent comme précédemment (*a*).

(2) Je ne cite ces résultats qu'avec beaucoup de réserve ; car, dans la plupart des expériences où l'accélération des mouvements du cœur a
vée sous l'influence de l'
faible courant galvanique c
les pneumogastriques (*b*),
sible que l'action de cet age
été limitée aux nerfs et se s
jusque sur le tissu mus
cœur, où son passage déter
que toujours des contractio

(3) Ce fait a été constat
dach, en stimulant la port
cale du grand sympathiqu
d'applications alcalines (*c*).
a fait des observations anal
et M. Valentin a vu que ch
maux dont le cœur vient
ses mouvements, on peut l
en stimulant soit le nerf
soit le système sympathiq
cal (*e*). Enfin M. Vierordt a
l'excitation de la portion ce

(*a*) Cl. Bernard, *Leçons sur les effets des substances toxiques et médicamenteus* suiv.
(*b*) Fowler, *Experiments on Animal Electricity*, 1794.
— Humboldt, *Expériences sur le galvanisme*, p. 343.
— Longet, *Anatomie et physiologie du système nerveux*, t. II, p. 314.
(*c*) Burdach, *Traité de physiologie*, t. VII, p. 74.
(*d*) Longet, *Anatomie et physiologie du système nerveux*, t. II, p. 605
(*e*) Valentin, *Grundriss der Physiologie*, p. 567.

Au premier abord, ces faits paraissent contradictoires, ou du moins fort difficiles à mettre en accord avec une théorie quelconque de l'action nerveuse sur le cœur. Mais en les examinant de plus près, il me semble possible d'en saisir la clef. D'autres considérations, que je ne pourrai exposer qu'en faisant l'histoire des fonctions du système nerveux, me conduisent à penser qu'il existe une certaine solidarité entre la puissance vitale qui se développe dans divers organes et qui revêt tantôt le caractère de la sensibilité ou de la force excito-motrice, d'autres fois celui de la puissance mécanique ou même d'un agent chimique, et qu'il y a une sorte d'équilibre instable entre ces diverses forces ; de telle sorte que tout accroissement dans la production ou dans la dépense de l'une d'elles dans un point déterminé de l'organisme tend à déterminer un certain effet, une augmentation ou une diminution dans la quantité de force emmagasinée, pour ainsi dire, dans les autres parties de l'organisme. Ainsi, il me semble qu'on peut s'expliquer l'affaiblissement ou l'arrêt des mouvements du cœur, soit dans le cas ou l'on écrase le cerveau, soit dans celui où l'on fait passer un courant galvanique discontinu dans les parties du système nerveux qui sont le plus directement en relation avec le premier de ces organes, en supposant qu'on détermine ainsi une dépense excessive de la puissance nerveuse, et qu'alors la force engendrée dans le cœur, et employée d'ordinaire à faire battre cet organe, s'en écoule pour se porter vers l'axe cérébro-spinal ; tandis que dans le cas où l'on stimule

grand sympathique par un courant galvanique continu détermine aussi une accélération dans les mouvements du cœur (*a*).

Il est aussi à noter que M. Weber a vu le cœur de la Grenouille battre avec plus de force et de rapidité quand il galvanisait le bulbe aortique, où se trouvent beaucoup de branches du plexus cardiaque (*b*).

(*a*) Vierordt, *Die Lehre vom Arterienpuls*, p. 68 (1855).

(*b*) E. H. Weber, *Ueber Ed. Weber's Entdeckungen in der Lehre von der Muskelcontraction* (Müller's *Archiv für Anat. und Pysiol.*, 1846, p. 502).

le cerveau ou la moelle épinière de façon à en exalter l'; et non à l'épuiser, on détermine par l'intermédiaire des pn gastriques un courant en sens inverse, et l'on augmente la nerveuse du cœur. Si cette hypothèse est vraie, toute d excesssive de force vitale doit tendre à arrêter ou à affaib mouvements du cœur. La douleur, quel qu'en soit le siége, s devoir être considérée comme un phénomène de cet ordr par conséquent, une douleur intense aurait pour effet de tir ou de suspendre l'action de cet organe. Or, l'expérienc apprend que, dans un grand nombre de cas, le pouls d rare ou cesse même complétement de se faire sentir pe quelque temps, lorsque des accidents nerveux de ce ge manifestent (1).

(1) Les mouvements du cœur sont également suspendus, ou tout au moins beaucoup ralentis par une commotion violente. Ainsi, quand on jette fortement à terre une Grenouille, on voit les battements de cet organe s'arrêter subitement, et cette espèce de paralysie persiste pendant quelque temps après que l'Animal a recouvré la faculté d'exécuter des mouvements généraux.

Une douleur intense, celle produite par l'écrasement de la patte, peut déterminer aussi un arrêt plus ou moins long dans les fonctions du cœur chez ces Batraciens, et la lésion qui occasionne cette douleur est encore suivie des mêmes effets, lors même que l'Animal est devenu insensible à la souffrance par la destruction préalable de son système cérébro-spinal (*a*).

On doit à M. Cl. Bernard u d'expériences intéressantes s fluence que l'excitation des des nerfs rachidiens exerce mouvements du cœur ; nous a y revenir bientôt, et je me bor ajouter ici que les sensations d reuses même très légères q produit de la sorte sont toujou vies d'un arrêt brusque, mais de durée, dans les battements organe (*b*).

Chacun sait qu'une émotio est susceptible de produire la sy état dans lequel les batteme cœur sont suspendus ou extrên affaiblis et ralentis.

M. Wagner a observé quelqu d'analogue chez le Lapin. Il a v effrayant l'Animal on peut p un arrêt momentané du cœ pouls normal est très fréquent

(*a*) Budge, *Die Abhängigkeit der Herzbewegung vom Rückenmarke und Gehirne* (*Ar physiol. Heilkunde*, 1846, t. V, p. 584).

— Schiff, *Experimentelle Untersuchung über die Nerven des Herzens* (*Archiv für Heilkunde*, 1849, t. VIII, p. 170 et suiv.).

(*b*) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, t. II, p

comment se fait-il alors que les battements du cœur célérés par la section des nerfs pneumogastriques? lication de ce résultat nous sera fournie quand nous étu- l'action des nerfs sur les vaisseaux capillaires. Nous alors que si l'on soustrait les petites artères à l'influence me nerveux, on en détermine une sorte de paralysie amène l'élargissement. Il est donc à présumer qu'à la la section des pneumogastriques, les vaisseaux de ance du cœur se dilatent, et recevant plus de sang dans rieur, les fibres musculaires circonvoisines sont plus s à se contracter, et entrent en action plus fréquemment dinaire, bien que leur puissance contractile soit di- (1).

— Dans une autre partie de mon cours, je reviendrai

iné de la sorte dure environ le, puis les battements du élèrent (*a*).

Brown-Séquard pense qu'il uer à un phénomène in- t-à-dire à un état de con- pasmodique des vaisseaux du cœur, la paralysie de cet i résulte de la galvanisation lle allongée ou des nerfs striques. Nous savons que du cœur se distribuent en tie aux vaisseaux sanguins tre, et nous verrons dans aine Leçon que la galvani- nerfs qui se rendent aux artères peut déterminer la n de celles-ci. M. Brown- uppose donc que lors de la galvanisation de la moelle allongée ou des pneumogastriques, le système irrigatoire du cœur se resserre au point d'empêcher le sang d'arriver aux fibres musculaires de ce viscère, circonstance qui les priverait tout à coup du stimulant dont le contact est nécessaire à leur action, et qui, par conséquent, ferait cesser leurs contractions rhythmiques (*b*). Cette explication paraît au premier abord très plausible; mais si la paralysie temporaire du cœur, qui résulte de la galvanisation de la moelle allongée, dépendait d'une cause de ce genre, le tissu charnu des ventricules devrait être exsangue pendant qu'il est ainsi maintenu en repos, et, à en juger par sa couleur, il ne se trouve pas dans cet état (*c*).

r, *Neurologische Untersuchungen*, 1854.
-Séquard, *Cause of the Stopping of the Hearts Movements Produced by an Excitation la oblongata or the Par vagum* (*Experimental Researches applied to Physiology and* 353, p. 77).
, *Rech. expérim. sur la contractilité des vaisseaux*, p. 5 (extr. des *Mém. de la Soc* .858).

sur cette manière d'envisager les relations qui existent entre le cœur et les divers foyers d'innervation ou de leurs annexes (1); et en ce moment je me bornerai à ajouter que pour se rendre compte de la cause des modifications qui s'observent souvent dans le mode d'action du cœur, il est nécessaire de porter encore plus loin l'analyse des phénomènes physiologiques, et de distinguer, par exemple, ce qui tient d'une part à la production, et d'autre part à l'emploi de la puissance contractile de cet organe.

La puissance contractile n'est pas en rapport avec le degré d'excitabilité.

Effectivement, les circonstances qui sont favorables à l'un de ces résultats ne le sont pas toujours à l'autre, et en général il semble même y avoir à cet égard une espèce d'antagonisme; de sorte qu'une grande irritabilité du cœur, ou, en d'autres mots, une grande fréquence dans ses contractions, toutes choses étant égales d'ailleurs, est plutôt un indice de faiblesse que d'activité dans le développement de sa puissance contractile. Ainsi, dans la dernière Leçon, nous avons vu que chez les Animaux grands et vigoureux les battements du cœur sont rares, tandis qu'ils sont fréquents chez ceux qui sont petits et faibles. Nous avons vu également que la fatigue accé-

(1) Lorsque nous étudierons les fonctions de la vie animale, nous verrons que les phénomènes dont il vient d'être question ne s'observent pas seulement dans le cœur, et se produisent dans les muscles de l'appareil de la locomotion, quand ces organes viennent à se contracter d'une manière indépendante de la volonté. Ainsi M. Eckhard a trouvé que l'on peut déterminer des contractions spasmodiques dans les muscles volontaires, en faisant agir du sel marin sur le nerf qui s'y distribue, et que cet état tétanique cesse dès que l'on fait passer un courant galvanique dans ce même nerf (a). On a formulé d'une manière générale ces faits, en disant que la galvanisation du nerf change l'état du muscle correspondant, le fait contracter quand il est en repos, et le met en repos quand il est en contraction (b).

(a) Eckhard, *Physiologie des nerfs et traitement du tétanos* (*Gazette hebdomadaire de médecine*, 1854, t. I, p. 600).
(b) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, 1858, t. I, p. 207.

'e le pouls, et l'on remarque encore que d'ordinaire les mouments du cœur se précipitent beaucoup aux approches de la ›rt (1).

On a constaté aussi que dans les pulsations de ce genre, ılgré la vitesse des battements, la pression exercée sur le ıg par les contractions du ventricule gauche diminue beauup, ce qui indique un affaiblissement dans le travail de cet gane.

L'indépendance du degré d'irritabilité du cœur (c'est-à-dire : l'aptitude plus ou moins grande de cet organe à se contracter ıus l'influence d'un stimulant d'une intensité donnée) et de la ıantité de force motrice engendrée par sa contraction, semble ›ssortir aussi de quelques expériences dans lesquelles on est ırvenu à le rendre presque indifférent à l'action excitante du ıng sans affaiblir notablement la puissance des systoles qui s'y ffectuent de loin en loin. Ainsi lorsque, après avoir coupé les ıeumogastriques, on galvanise le bout inférieur de ces nerfs, n arrête, comme nous l'avons vu, les battements du cœur;

(1) Des phénomènes analogues s'ob-ırvent quand les forces générales de organisme sont très affaiblies par ıe hémorrhagie ou par quelque autre ıse; le cœur est alors agité de palıtations faibles et précipitées qui ont eaucoup de ressemblance avec le emblement convulsif qui se manifeste ıuvent dans les muscles de l'appareil ıcomoteur quand, sous l'influence du oid ou de toute autre circonstance, ı volonté devient impuissante à régler action de ces parties.

M. Budge a trouvé aussi que chez des Chiens dans un état de maigreur très grande, la pression du sang dans les carotides ne faisait équilibre qu'à 90 ou 108 millimètres de mercure (*a*).

M. Cl. Bernard a vu qu'à la suite de la section des nerfs pneumogastriques, le cœur, tout en battant avec beaucoup plus de fréquence que d'ordinaire, a perdu une grande partie de sa force; au lieu d'élever la colonne mercurielle du cardiomètre à 15 ou 18 millimètres, comme dans les circonstances ordinaires, il ne la fait monter que fort peu (*b*).

(*a*) Budge, *Bericht über die Arbeiten im physiologischen Institut in Bonn* (Berlin, *Med. Zeitschr.*, 851, n° 50, p. 241).

(*b*) Cl. Bernard, *Influence de la section des nerfs pneumogastriques sur les contractions du cœur* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1849, t. I, p. 13).

mais, au bout d'un certain temps, cet organe exécute quelques mouvements, et les contractions qui s'y déclarent alors, au lieu d'être très faibles, ainsi que l'on s'y serait attendu, paraissent être souvent plus puissantes que dans les circonstances ordinaires (1).

Je ferai remarquer également que l'irritabilité du cœur peut être accrue par l'action des stimulants qui déterminent cependant la dépense de la force contractile engendrée dans son tissu. Par exemple, quand cet organe est affaibli et près de cesser ses battements, on le voit reprendre de l'excitabilité par cela seul qu'on l'a excité (2).

§ 11. — Il est d'ailleurs à remarquer que ces relations entre le développement de la puissance contractile du cœur et l'action

(1) MM. Ludwig et Höffa ont étudié avec beaucoup d'attention les modifications qui se manifestent dans le rhythme des mouvements du cœur, lorsque, après la section des nerfs pneumogastriques, on excite le tronçon cardiaque de ceux-ci à l'aide d'un courant d'induction ; et ils ont trouvé que si ce courant n'est pas très intense, les temps de repos du cœur sont prolongés, mais les systoles qui se déclarent de loin en loin ont souvent une grande puissance (*a*). M. Ludwig a vu aussi qu'après la cessation du courant d'induction à l'aide duquel on a arrêté les mouvements du cœur, cet organe bat souvent avec une rapidité extraordinaire ; il a compté jusqu'à 600 pulsations par minute (*b*).

(2) Cette exaltation de l'irritabilité, par le fait même de l'emploi de cette propriété se voit très bien dans quelques-unes des expériences faites vers la fin du siècle dernier par l'illustre physicien de Berlin, M. de Humboldt. Ce savant a trouvé que si l'on excite de la sorte le cœur détaché du corps d'un Animal vivant, non-seulement on y détermine directement des contractions, mais qu'on le rend plus apte à continuer de battre après que la cause de ces mouvements a cessé. Ainsi, dans une expérience faite sur le cœur d'une Carpe, lorsque cet organe ne donnait plus qu'un mouvement en quatre minutes et était devenu insensible aux irritations mécaniques, M. de Humboldt y a fait passer pendant quelques instants un courant galvanique, et l'a vu alors se contracter avec rapidité non-seulement pendant l'application de ce stimulant, mais assez longtemps après.

(*a*) Höffa et Ludwig, *Einige neue Versuche über Herzbewegung* (*Zeitschrift für rationelle Medizin*, 1850, t. IX, p. 107).

(*b*) Ludwig, *Lehrbuch der Physiologie des Menschens*, 1856, t. II, p. 69.

nds centres nerveux paraissent devenir d'autant plus et plus nécessaires que l'organisme se perfectionne ıge. Ainsi il existe de grandes différences dans la durée ps pendant lequel le cœur est susceptible de continuer à ès avoir été séparé du reste de l'économie, et son indé- ce est en général d'autant plus grande chez les Animaux nant à un même type zooolgique, que ceux-ci sont moins n organisation. Le cœur d'un Poisson ou d'un Reptile, du corps et abandonné, par conséquent, à ses propres eulement, continue à battre beaucoup plus longtemps lui d'un Mammifère, et parmi ces derniers Animaux onstaté, sous ce rapport, des différences qui coïncident ıvec des inégalités dans le perfectionnement physiolo- 1). On a remarqué aussi que dans la classe des Mammi- phénomène est plus persistant chez le nouveau-né que ıdulte, et qu'il dure encore plus longtemps chez les Ani- ıibernants, quand ils sont dans l'état de léthargie (2).

, réveillé pour ainsi dire par ıisme, donna 35 pulsations ute; le nombre de ses batte- escendit ensuite à 31, puis à et à 3 par minute; mais une application du galvanisme les nouveau à 25, et l'activité organe fut entretenue de la endant près d'un quart (a). Ces faits, auxquels les gistes n'ont pas accordé assez on, me paraissent impor- ır ils jettent d'utiles lumières ıcoup de phénomènes patho-

altrait, d'après les expériences de MM. J. Czermak et Piotrowsky, que le temps pendant lequel le cœur continue à battre, après son extirpation du corps, varie suivant l'état dans lequel se trouve le système nerveux au moment de l'opération : quand les nerfs pneumogastriques ont été coupés préalablement, les pulsations sont en général moins persistantes que lorsque ces mêmes nerfs ont été stimulés (b).

(1) Voyez ci-dessus, page 139.

(2) Dans des expériences comparatives sur la durée de l'irritabilité musculaire pendant l'état de veille et l'état de léthargie, faites par Mangili, les bat-

nboldt, *Expériences sur le galvanisme*, trad. par Jadelot, 1799, p. 345 et suiv.

Czermak et Piotrowski, *Ueber die Dauer und Anzahl der Ventrikel-Contractionen des itten Kaninchenherzens* (*Sitzungsber. der Akad. zu Wien*, 1857, t. XXV, p. 431).

L'étude attentive des mouvements du cœur nous rend également témoins de plusieurs autres phénomènes intéressants, mais dont l'explication serait difficile et incertaine dans l'état actuel de nos connaissances ; et comme ces faits particuliers ne jetteraient aucune lumière nouvelle sur l'histoire générale des fonctions de cet organe, je ne crois pas devoir m'y arrêter.

Influence du système nerveux r le caractère rhythmique s battements du cœur.

§ 12. — Il me resterait cependant une question importante à examiner : c'est la cause de la coordination des mouvements qui se remarquent dans les diverses parties constitutives de la pompe cardiaque, et qui se succèdent toujours dans un ordre régulier ; mais ici encore les faits significatifs nous font presque entièrement défaut.

Cette coordination paraît être dévolue aux ganglions nerveux qui sont logés dans la substance des parois du cœur (1) ; mais

tements du cœur ont persisté pendant plus de trois heures, après la décapitation, chez des Marmottes qui étaient plongées dans le sommeil hibernal au moment de l'opération ; tandis que chez un autre Animal de la même espèce, qui était éveillé depuis deux mois, tout mouvement de cet organe cessa en moins de cinquante minutes après la décapitation (*a*). Marshall-Hall a obtenu des résultats encore plus remarquables, dans des expériences analogues pratiquées sur des Hérissons. La section de la moelle allongée détermina, chez un individu en état d'activité, la cessation des battements du ventricule gauche et des oreillettes en quelques minutes, et les contractions du ventricule droit s'arrêtèrent au bout d'environ deux heures ; mais chez un individu en léthargie, ce physiologiste, après avoir divisé la moelle allongée, enleva la totalité du cerveau et de la moelle épinière, et vit ensuite les battements du cœur continuer, d'une manière régulière et énergique, pendant plus de dix heures. Onze heures après l'opération, les contractions spontanées de cet organe cessèrent, mais se rétablissaient encore sous l'influence des stimulants mécaniques (*b*).

(1) M. Volkmann a cherché à déterminer le siége de la puissance coordinatrice des mouvements du cœur, en divisant de diverses manières cet organe et en observant les phénomènes qui se manifestent dans les fragments ainsi obtenus. En opérant sur la Grenouille, où les pulsations persistent pendant assez longtemps malgré ces mutilations, il a trouvé

(*a*) Mangili, *Mém. sur la léthargie périodique de quelques Mammifères* (*Annales du Muséum*, t. X, p. 454 et suiv.).

(*b*) Marshall-Hall, *On Hibernation* (*Philos. Trans.*, 1832, p. 346).

;périences tentées en vue de la détermination du rôle ulier de ces divers centres d'innervation n'ont pas iit à des résultats nets, et les conséquences que l'on en

l'on sépare le ventricule de on auriculaire du cœur, cette e continue à battre réguliè- , tandis que le ventricule reste os, ou, s'il se contracte, ses nents ne sont plus en har- avec ceux des oreillettes, on irritabilité persiste. En fai- ie section longitudinale, il a vu la division est portée au delà ertain point, l'une des moitiés 1 repos, tandis que l'autre con- e battre, mais que l'excitation beau immobile est suivie d'un nent général. Si l'on achève la , l'un des fragments continue ;, et l'autre ne se contracte que influence d'un stimulant, et irritation n'est suivie que eule contraction (*a*).

Bidder a repris ce sujet de ches, et a été conduit à ad- une distinction entre les mou- s rhythmiques du cœur, qui ncent toujours dans les oreil- our se propager ensuite dans icule, et les mouvements sym- ies ou réflexes qui sont provo- ir l'irritation locale d'un point irface de ce viscère. Les pre- continuent dans les oreillettes jue ceux-ci ont été séparés du ule, et M. Bidder les attribue à l'action des ganglions situés sur le trajet des branches du nerf pneumo-gastrique dans l'épaisseur de la cloison interauriculaire (*b*). Dans le ventricule isolé, les mouvements rhythmiques cessent immédiatement, mais l'irri-tabilité persiste, et chaque attouche-ment y détermine une contraction. Enfin, quand on enlève la portion de la base des ventricules qui loge les ganglions dont l'existence a été con-statée dans le voisinage des valvules auriculo-ventriculaires, l'irritation d'un point des parois du ventricule est encore suivie d'une contraction partielle, mais ne détermine plus de mouvements généraux dans l'ensemble du viscère. Cependant la destruction de ces ganglions ventriculaires n'em-pêche pas les battements rhythmiques de continuer (*c*).

M. Ludwig a vu aussi qu'en cou-pant en deux le cœur d'une Grenouille, de façon à avoir d'une part les oreil-lettes et la portion voisine du ventri-cule, d'autre part la portion moyenne et inférieure du ventricule, on fait en général cesser les mouvements dans ce dernier fragment, tandis qu'on n'arrête pas les pulsations dans l'autre partie où se trouvent les principaux centres médullaires.

Des faits du même ordre ont été

lkmann, *Nachweisung der Nervencentra, von welchen die Bewegung der Lymph-und ss Herzen ausgeht* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1844, p. 423 et suiv.).
yez ci-dessus tome III, page 376, et Ludwig, *Ueber die Herznerven des Frosches* (Müller's r *Anat. und Physiol.*, 1848, p. 139, pl. 5).
ler, *Ueber functionnell verschiedene und räumlich getrennte Nervencentra im Frosch-* Müller's *Arch. für Anat. und Physiol.*, 1852, p. 163, pl. 6).
yez aussi Rosenberger, *De centris motuum cordis*. Dorpat, 1850.

pourrait déduire sont trop hypothétiques pour prendre place dans un enseignement classique (1).

Résumé. § 13. — En résumé, nous voyons donc que le cœur ne tire son principe d'activité ni du cerveau, ni de la moelle allongée, ni de la moelle épinière, ni d'aucun des autres foyers nerveux qui sont situés plus ou moins loin de cet organe; qu'il puise en lui-même la force en vertu de laquelle il exécute ses mouvements rhythmiques ; et que la volonté ne saurait exercer aucune influence directe sur la manière dont il bat, mais que son mode de contraction peut être considérablement modifié par l'action de divers centres nerveux, et plus particulièrement de la moelle allongée ; que certains états de ces parties

constatés par M. Heidenheim. Ce physiologiste a vu que si l'on excise le cœur d'une Grenouille, et qu'on le place verticalement en laissant un peu de sang dans son intérieur, on peut enlever les oreillettes sans influer notablement sur les battements du ventricule; mais que si l'on continue à enlever par tranches le bord supérieur de ce dernier organe, on détermine d'abord un affaiblissement progressif, et l'on produit l'arrêt complet de ses mouvements lorsqu'on a rescisé une zone d'une certaine largeur, tout en laissant intacte la portion inférieure du cœur (a).

(1) Ainsi je ne vois aucune explication plausible à donner de quelques faits constatés expérimentalement par M. Stannius. Ce physiologiste a reconnu que si on lie successivement les trois veines caves qui, chez la Grenouille, s'ouvrent dans le cœur, on n'arrête pas les battements de cet organe, mais que cet effet se produit quand la ligature est placée sur le point même où ces vaisseaux débouchent dans l'oreillette, bien que les pulsations ne soient pas interrompues dans le sinus de ces veines situé en amont de ce point. Ainsi une forte pression exercée sur une partie déterminée de l'oreillette produit un effet analogue à celui qui résulte de la galvanisation des nerfs pneumogastriques ou de la moelle allongée. Si la ligature, au lieu d'être placée à l'entrée même de l'oreillette, est appliquée sur le sillon transversal qui sépare le ventricule des oreillettes, les battements continuent dans les deux portions du cœur ainsi isolées, mais cessent d'y alterner suivant un rhythme régulier. Enfin, ce qui est bien plus singulier, c'est l'effet produit par l'application d'une ligature sur ce sillon transversal, après que les battements du cœur ont été arrêtés

(a) Heidenheim, *Disquisitiones de nervis organisque centralibus cordis*. Berlin, 1854 (voyez Canstatt's *Jahresbericht*, 1855, t. I, p. 130).

ent même arrêter tout à coup ses mouvements, et que principalement par l'intermédiaire des nerfs pneumo-iques que toutes ces relations s'établissent. Il reste encore coup à découvrir touchant la source de la puissance dont pompe irrigatoire est animée; mais les résultats qui sont obtenus jettent, comme nous l'avons vu, beaucoup de re sur ce point important, et suffisent pour nous donner ication de plusieurs des phénomènes du travail circulatoire nous avons eu à nous occuper dans les Leçons précé-s.

ne pousserai pas plus loin cette étude, un peu longue,

ction d'une ligature placée sur e de l'oreillette ; car cette se- ligature détermine le rétablis- t des pulsations, bien qu'on en changé dans l'état de l'autre nt la présence avait déterminé pression de ces mouvements. Il ssi à noter que lorsque le cœur de battre par suite de la ligature itrée de l'oreillette, il n'a pas son irritabilité, mais a cessé ient d'être excitable par les ants physiologiques qui, d'or- , en provoquent l'action; en si alors on l'excite mécanique- on peut le déterminer à se con- (*a*).

rès cette série de faits remar- s, on peut soupçonner que la n produite par la ligature sur le de jonction du sinus veineux 'oreillette exerce son action sur l'un des ganglions nerveux situés 'épaisseur des parois de l'oreil- que cette excitation détermine un effet sédatif analogue à celui précédemment observé dans les cas d'excitation violente de la moelle allongée ou des nerfs pneumogastriques, et que le rétablissement des mouvements du ventricule par l'application d'une seconde ligature sur le sillon auriculo-ventriculaire résulte de l'interruption ainsi effectuée entre les ganglions auriculaires et les ganglions ventriculaires, de la même manière que la ligature des pneumogastriques empêche les effets de la galvanisation de la moelle allongée de se faire sentir sur le cœur.

Il serait intéressant de voir si un courant d'induction dirigé sur le point même où l'application d'une ligature paralyse temporairement le cœur, déterminerait des effets analogues, tandis que, dirigé sur le ventricule, il excite, comme on le sait, des contractions convulsives dans tout cet organe.

annius, *Zwei Reihen physiologischer Versuche* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, . 85).

des fonctions du cœur, et dans la prochaine Leçon nous examinerons ce qui se passe dans le système artériel lorsque, sous l'influence des contractions du ventricule gauche, le sang est lancé dans cette portion de l'appareil vasculaire.

TRENTE-QUATRIÈME LEÇON.

Du cours du sang dans les artères, et de l'influence de ces vaisseaux sur ce mouvement. — Élasticité et contractilité des artères ; influence du système nerveux sur leur calibre ; action des stimulants, etc.

§ 1. — Chaque fois que le cœur se contracte, il lance une ondée de sang dans les artères (1) ; si ces vaisseaux avaient des parois inextensibles, la colonne liquide contenue dans leur intérieur serait alors refoulée, pour ainsi dire, tout d'une pièce, et le déplacement, qui serait en rapport avec la longueur de l'ondée injectée de la sorte, cesserait dès que le coup de piston donné par la pompe cardiaque serait achevé. La circulation se ferait par conséquent d'une manière intermittente, et le courant irrigatoire s'arrêterait pendant chaque temps de repos des ventricules. Mais les choses ne se passent pas de la sorte. Si l'on ouvre, sur un Animal vivant, une grosse artère située à quelque distance du cœur, on voit le sang s'en échapper d'une manière continue ; le jet devient plus fort à chaque mouvement de systole, mais il ne s'arrête pas quand la contraction du cœur est terminée ; et si l'on ouvre une artère de très petit calibre, on voit que l'écoulement du liquide s'effectue d'une manière presque uniforme. Plus on s'éloignera de l'organe d'impulsion, moins l'accélération du courant correspondant aux coups de piston donnés par celui-ci sera marquée, et si l'on observe au

Mode de progression du sang dans le système artériel.

(1) L'hypothèse d'un mouvement circulatoire indépendant de l'action mécanique du cœur et des vaisseaux a été soutenue, dans le siècle dernier et même tout récemment, par divers auteurs (*a*) ; mais il me paraît inutile de discuter ici leurs opinions.

(*a*) Par exemple : A. Wilson, *An Inquiry into the Moving Powers employed in the Circulation of the Blood*, 1774.
— Grabeau, *Die vitale Theorie des Blutkreislaufes*. Altona, 1841.
— Wanner, *Nouvelle théorie de la circulation du sang*. Paris, 1856.

microscope le mouvement du sang dans les ramuscules te
naux du système artériel, on verra le sang y couler d'un
vement uniforme.

Transformation du mouvement intermittent en un mouvement continu.

Cette transformation graduelle d'un mouvement sac intermittent, en un mouvement continu et uniforme, est l'action des parois des vaisseaux dans lesquels le co s'établit. En effet, l'hydraulique nous apprend que tout vement intermittent peut être converti en mouvement co si l'on emploie la force primitive à comprimer un réserv un ressort qui exerce une action constante : or les paro artères sont extensibles et élastiques (1) ; elles sont don ceptibles de jouer le rôle d'un ressort de ce genre, et la pr exercée par l'ondée de sang lancée par la systole ventri se faisant sentir sur leur surface interne aussi bien que colonne de liquide contenue dans ces tubes, les met e Ainsi, pendant la durée de la systole, une portion seulem la force engendrée par l'injection de l'ondée sanguine e ployée à faire avancer cette colonne liquide, et l'autre p produit la dilatation du vaisseau (2) ; mais dès que l

(1) Les physiologistes confondent souvent, mais bien à tort, ces deux propriétés. L'élasticité n'est pas la faculté de céder à la pression en s'allongeant ou en éprouvant tout autre changement de forme, mais la propriété que les corps possèdent de reprendre plus ou moins complétement leur état primitif quand la cause qui change leur volume ou leur forme cesse d'agir.

(2) Pour expliquer aux personnes qui n'ont accordé que peu d'attention à l'étude de la mécanique les effets produits par l'injection d'une certaine quantité de sang dans une artère, tube dont les parois sont élastiques et dont l'intéri rempli d'un fluide incompre me paraît utile de s'appuye principe bien connu de l'ég pressions.

La physique nous apprend liquides ont la propriété d mettre dans tous les sens ment les pressions qui agis une de leurs surfaces ; par co la tranche A du liquide oc portion du vaisseau voisine et pressée par le flot arriv dernier organe, transmettra les sens cette même pression à la fois sur la branche liq vante B, et sur les parois él

: vient à cesser, les parois des artères tendent à sur elles-mêmes et compriment le liquide qui les dis-

scrivent latéralement l'es-le occupe. Le déplacement nsi de part et d'autre sera né aux résistances que le trouvera en B et en a. Si nt en aval était impossible, bile, l'effort total s'exerce-et déterminerait un agran-correspondant dans le dia-cylindre liquide A, car la iquide injecté par la contrac-ur serait obligée de se loger ient avec le liquide A dans on circonscrite du vaisseau le a; mais, en réalité, B cède on, et, par conséquent, la térale se trouve diminuée différence qui existe en ce : les deux forces contraires 'une à arrêter le mouvement re à déplacer B. Il se pro-: dans le cylindre fluide un : circulaire en a. Mais la uide B devra transmettre tous les sens la pression r sa surface par A, et, par t elle produira une poussée iche suivante du même cy-j'appellerai C, ainsi que sur qui l'entourent latéralement signerai par b. Il se formera un renflement analogue à nous venons de constater on en A; mais la pression r A sur B est moindre que à laquelle A était sou-n'une portion de la force née à celui-ci a été employée au déplacement des parois élastiques a : la poussée latérale sera par conséquent aussi moins grande en b qu'en a, et ce que je viens de dire au sujet de B sera applicable à C, puis à D, et ainsi de suite, dans toute la longueur du prisme liquide renfermé dans le tube élastique. Il se produira donc dans l'intérieur de ce tube une sorte de vague circulaire qui se propagera instantanément dans toute cette longueur, mais dont la hauteur diminuera à mesure qu'elle s'éloignera de son origine ; car une portion de plus en plus considérable de la force motrice aura été transmise aux parois élastiques du vaisseau et employée à tendre le ressort constitué par ces mêmes parois.

La forme de cette vague pourra être modifiée par la manière dont les parois extensibles des artères reviennent sur elles-mêmes en vertu, soit de leur élasticité, soit de leur contractilité. M. Frey a cherché à préciser le mode de transmission des dilatations dont elles sont le siége, en y appliquant les formules qui représentent la propagation des ondes dans des cordes élastiques et en assimilant les parois artérielles à un faisceau circulaire de ces cordes (a). Mais, dans l'état actuel de la science, les calculs que l'on pourrait effectuer sur ces bases ne me paraissent pas susceptibles d'être d'une grande utilité en physiologie, car nous ne connaissons pas assez bien la part due à la contractilité mus-

Versuch einer Theorie der Wellenbewegung des Blutes in den Arterien (Müller's *at. und Physiol.*, 1845, p. 132).

tend. Or le sang ainsi pressé ne saurait rentrer dans le cœur, parce que les valvules sigmoïdes, dont l'entrée de l'aorte est garnie, se rabattent et se rapprochent de façon à fermer le passage dès que le liquide en rapport avec leur surface concave les pousse vers cet organe. Il faut donc que le sang déplacé par le rapprochement des parois artérielles suive le cours déterminé directement par la systole ventriculaire, et se dirige vers la périphérie de l'appareil irrigatoire. C'est effectivement ce qui a lieu, et c'est de la sorte que le mouvement circulatoire intermittent à la sortie du cœur se continue pendant la diastole de cet organe, et, ainsi que je l'ai déjà dit, se transforme

culaire des tuniques artérielles pour pouvoir admettre que dans les vaisseaux vivants les choses se passent de la même manière que dans les tubes inertes.

C'est pour cette raison que j'ai cru devoir ne pas entrer ici dans un examen spécial des principes d'hydrodynamique que l'on trouve exposés avec beaucoup de détails dans quelques ouvrages récents de physiologie. Les personnes qui voudraient approfondir ces applications de la mécanique à la théorie du phénomène de la circulation pourront consulter avec fruit les écrits de MM. Weber, Frey, Volkmann, Ludwig, Donders et plusieurs autres expérimentateurs qui, dans ces dernières années, ont traité ce sujet délicat (a).

(a) T. Young, *On the Functions of the Heart and Arteries* (*Philos. Trans.*, 1809, p. 1).
— E. H. Weber und W. Weber, *Wellenlehre auf Experimente gegründet, oder über die Wellen tropfbarer Flüssigkeiten mit Anwendung auf die Schall-und Lichtwellen*, 1825.
— E. H. Weber, *Annotationes anatomicæ et physiologicæ*. Lipsiæ, 1827 (réimprimé en 1851 sous le titre : *De pulsu, resorptione, auditu et tactu annotationes*).
— Maissiat, *Des lois des mouvements des liquides dans les canaux, et de leurs applications à la circulation des êtres organisés en général*. Thèse de concours, Paris, 1839.
— Frey, *Versuch einer Theorie der Wellenbewegung des Blutes in den Arterien* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1845, p. 132).
— E. H. Weber, *Ueber die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom Kreislaufe des Blutes und insbesondere auf die Pulslehre* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1851, p. 497).
— E. H. Weber, *Widerlegung der von Volkmann gegen meine Abhandlung über die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom Kreislaufe des Blutes und insbesondere auf die Pulslehre gemachten Einwendungen* (Müller's *Archiv für Anat.*, 1853, p. 156).
— Volkmann, *Die Hämodynamik, nach Versuchen*. In-8, Leipz., 1850.
— Donders, *Kritische en experimentele Bijdragen op het Gebied der Hæmodynamica* (*Nederlandsch Lancet*, 1855, t. IV, p. 601, et t. V, p. 129). — Une partie du même travail a été traduite en allemand dans Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1856, p 433.
— P. Black, *On the Forces of the Circulation* (*Medical Times*, 1855, t. X, p. 305, etc.).
— Volkmann, *Erörterungen zur Hydrodynamik* (Müller's *Archiv*, 1856, p. 523).
— Ludwig, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen* (*Physikalische Einleitung*), 1856, t. I, p. 28.
— Donders, *Berechnung des Widerstandes, bei hydraulischen Versuchen* (*Archiv für die Holländischen Beiträge zur Natur-und Heilkunde*, 1857, t. I, p. 60).

u en un mouvement uniforme ; car les parois artérielles nt ici le rôle d'un ressort qui serait monté à chaque systole, ui presserait sur la colonne liquide dès que le mouvement t sa tension dépend vient à s'affaiblir (1).

2. — Pour donner une idée nette de ce qui se passe dans e portion du travail irrigatoire, il me semble utile de repréler le phénomène physiologique par le jeu d'un appareil raulique inerte et assez semblable à un instrument dont un le expérimentateur de l'école de Paris, M. Marey, vient de usage pour étudier les lois de l'écoulement des liquides s les tuyaux élastiques (2). Cette machine consiste en une le pompe foulante, à laquelle est adapté un tube de caoutkc très long et terminé par un robinet qui permet d'en lariser le débit. Le tout est rempli d'eau ; la pompe est en munication avec un réservoir destiné à l'alimenter : on ime au piston des mouvements de va-et-vient parfaitement liers, et l'on dispose le robinet terminal de façon à obtenir et continu et uniforme, ce qui est facile, pourvu que le élastique ait une longueur suffisante et que l'orifice d'écount soit assez petit. On compte le nombre de coups de

Ce mode de transformation du vement circulatoire dans les ar- a été très bien expliqué par (a), et Hunter a comparé fort leusement ce mécanisme à celui servoir à air d'un double souf- lans lequel le courant est con- bien que le mouvement soit atif (b). Comme divers auteurs fait remarquer, c'est aussi ts le même principe que le jet u s'obtient dans une pompe à incendie, où l'eau, en sortant du corps de pompe, traverse un réservoir contenant de l'air comprimé, lequel fait office de ressort, et, après avoir été refoulé pendant la descente du piston, réagit lorsque la pression ainsi produite vient à cesser (c).

(2) Voyez ses *Recherches hydrauliques sur la circulation du sang* (*Annales des sciences naturelles*, 1857, t. VIII, p. 329).

ales, *Hæmostatique*, p. 23.
lunter, *Sur le sang*, etc. (*Œuvres*, t. III, p. 199).
teinbuch, Arnott, etc. (voyez Burdach, *Traité de physiologie*, t. VI, p. 359).

piston qui ont été donnés pendant un temps déterminé, et l'o[illegible] constate qu'à la fin de l'expérience le tube de caoutchouc est plein d'eau comme il l'était au début. Il est dès lors évident qu[illegible] la quantité d'eau qui pendant ce temps s'est échappée par l'ex[illegible] trémité libre du tube est égale à la quantité que la pompe y a poussée. Mais l'écoulement, comme nous l'avons vu, était con[illegible] tinu, tandis que l'injection ne s'opérait que pendant la desce[illegible] du piston, c'est-à-dire pendant la moitié du temps qu'a duré l'e[illegible] périence. Il faut donc que, pendant la durée de chaque coup [illegible] piston, la quantité injectée dans le tube ait été double de c[illegible] débitée par l'extrémité opposée de ce conduit, et qu'à la fin [illegible] chacun de ces coups la moitié de la charge de la pompe [illegible] trouvé à se loger dans le tuyau, conjointement avec la qua[illegible] initiale dont celui-ci était lui-même chargé. Ce volume d'[illegible] correspondant à l'excédant de la recette sur la dépense consti[illegible] ainsi une charge complémentaire qui vient s'ajouter à la cha[illegible] initiale du tuyau et qui augmente d'autant le volume total [illegible] liquide contenu dans ce tube. Il faut par conséquent q[illegible] pendant la durée de chaque coup de piston de la pompe fo[illegible] lante, la capacité du conduit d'écoulement ait été augme[illegible] d'une quantité égale à cette charge additionnelle, c'est-à-di[illegible] égale à la quantité lancée par la pompe, moins la quantité é[illegible] par l'extrémité libre de l'appareil pendant le même laps [illegible] temps (1). Cette dilatation du tube est le résultat de la pr[illegible] sion exercée contre ses parois par la charge additionnelle, [illegible]

(1) M. Volkmann a cherché à calculer l'augmentation de capacité de l'ensemble du système artériel de l'Homme sous l'influence de chaque ondée de sang lancée par le ventricule gauche ; il se base sur l'évaluation de la quantité de sang poussée de la sorte dans les artères (voyez ci-de[illegible] page 99), comparée à celle qui p[illegible] dant le même laps de temps ar[illegible] dans les capillaires, et il en co[illegible] que la charge additionnelle du [illegible] tème artériel est d'environ 94 ce[illegible] mètres cubes (*a*).

(*a*) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 418.

parois sont élastiques aussi bien qu'extensibles, elles
gir sur le liquide qui les distend ; par conséquent,
ui-ci ne sera plus poussé par le piston, il cédera à
exercée par ces parois, et s'échappera au dehors
que l'équilibre se soit de nouveau établi entre le
et le contenu, état qui sera réalisé lorsque le vo-
ui-ci sera redevenu égal à celui de la charge initiale

l'expériences de ce genre, on peut facilement vérifier
les principes d'hydraulique sur lesquels repose l'ex-
beaucoup de phénomènes dont le physiologiste est
squ'il étudie le cours du sang dans le système arté-
en activant le jeu de la pompe foulante, ou en faisant
andeur de l'obstacle que le robinet terminal oppose à
nt, on voit que la force élastique des parois du tube
sure que leur élasticité a été sollicitée davantage;
'influence d'un effort donné, cette élasticité est solli-
son de l'intensité de l'obstacle à l'écoulement, et que
mation du mouvement intermittent développé par les
piston en un mouvement de progression uniforme est
us complète que le tube se dilate plus facilement, et
uent que l'élasticité de ses parois a été moins mise en
, si l'on fait varier le calibre ou la longueur du tube
employé dans la construction de cet appareil hydrau-
démontre également bien que, toutes choses étant
lleurs, la transformation du mouvement intermittent
nent uniforme est d'autant plus complète que la sur-
tale du tube dont l'élasticité est mise en jeu offre
ndue.

L'élasticité des artères n'a pas seulement pour effet iser ainsi le cours du sang dans la portion périphérique le irrigatoire; elle influe aussi sur la quantité de liquide yaux de conduite sont susceptibles de débiter sous un

Influence de l'élasticité des artères sur le débit de ces tuyaux.

effort cardiaque donné. On sait depuis longtemps, par le riences des physiciens, que la rigidité ou la dilatabilité et cité des parois d'un tuyau de conduite n'influent que peu quantités du liquide qui s'écoule de celui-ci quand le qui le traverse est déterminé par une pression constan le maximum de dilatation du tuyau est promptement et la force élastique ainsi développée demeure en équilib la pression exercée par le liquide en mouvement. Mais l l'impulsion, au lieu d'être continue, est intermittente, les ne se passent plus de la même manière, et l'on trou l'élasticité des parois du tube contribue à augmenter le d l'orifice d'écoulement.

Ce résultat obtenu par l'expérience (1) est facile à exp par les lois de l'hydraulique.

L'obstacle qui s'oppose au libre écoulement du liqui en mouvement par la pompe cardiaque résulte principal des frottements de ce liquide contre les parois des vaisse le contiennent, et la physique nous apprend que ces frott croissent comme le carré de la vitesse du courant. Or l' cité du tube a pour effet de ralentir le mouvement impr sang pendant la systole ventriculaire et de continuer ce m ment pendant la durée du repos; le déplacement d'un v

(1) Jusque dans ces divers temps, ni les physiciens, ni les physiologistes, n'avaient étudié suffisamment l'influence de l'élasticité des parois des tuyaux de conduite sur la marche des courants qui sont déterminés par des impulsions intermittentes. M. Marey vient de publier à ce sujet une série de recherches intéressantes, et il a très bien mis en évidence le résultat indiqué ci-dessus. Il a vu qu'à égalité de pression, l'écoulement est beaucoup plus abondant par un tube élastique que par un tube rigides de même diamètre.

Pour le démontrer, M. M usage d'un petit appareil tr et très facile à employer dan gnement public. Il adapte à contenant de l'eau deux tu l'extrémité inférieure plong liquide; l'un de ces tubes se de façon à constituer un sip l'extrémité inférieure est en nication avec un ajutage branches qui sont munies de

ıné de liquide s'effectue donc dans un temps à peu près ıble de celui qu'il emploierait si les artères étaient des tubes ides, et la vitesse du courant étant réduite dans la même ›portion, les résistances doivent être diminuées comme les ·rés des nombres représentant ces vitesses différentes.

Ainsi l'extensibilité et l'élasticité des parois artérielles jouent rôle très important dans le travail de la circulation.

Examinons donc de plus près le jeu de ces parties, et cherons d'abord comment l'augmentation de la capacité des artères ffectue sous l'influence de la charge additionnelle de sang ussée dans un vaisseau par chaque systole ventriculaire.

§ 4. — Ce phénomène est complexe et résulte de l'alıgement aussi bien que de l'élargissement de ces vaisaux. Manière dont les artères augmentent de capacité.

Harvey, à qui il faut toujours remonter lorsqu'on veut ercher la solution de quelque question touchant la circulation sang, avait reconnu l'existence de cette augmentation ns le calibre des artères à l'arrivée de chaque ondée de sang ıcée dans leur intérieur par la contraction du cœur; mais xpérience très simple sur laquelle il fonda son opinion ne uvait donner des résultats assez nets pour rendre le phéno- Dilatation transversale.

se continuent l'une avec un tuyau ide, l'autre avec un tuyau à parois stiques de même calibre que le cédent. L'autre tube, dont l'extréıé inférieure, comme je l'ai dit, ıge dans l'eau du flacon, dépasse ›ouchon qui ferme hermétiquement ıase, et son extrémité supérieure ouverte, de façon à laisser entrer l'air à mesure que l'eau s'écoule le siphon, dès que celui-ci est ›rcé. Les bulles d'air qui entrent ainsi dans le flacon sont faciles à compter, et leur nombre correspond à la quantité d'eau écoulée. Or, en faisant passer alternativement le courant par l'une et l'autre des branches terminales du siphon bifurqué, on voit que le passage des bulles est beaucoup plus rapide quand c'est le tube élastique qui débite le liquide que lorsque l'écoulement se fait par le tube rigide (a).

) Marey, *Recherches hydrauliques sur la circulation du sang* (*Ann. des sciences nat.*, 1857, rie, t. VIII, p. 331, pl. 7, fig. 1).

mène sensible à tous les yeux. Elle consiste à dénuder ces vaisseaux, à le couper transversalement et à en sais les doigts l'extrémité tronquée : à chaque battement du dit ce grand physiologiste, on voit l'artère se dilat D'autres observateurs ont révoqué en doute l'existence d dilatation, et, en effet, elle est trop faible pour pouvo bien constatée de la sorte (2). Cependant elle est bien rée pour en démontrer l'existence, il suffit de répéter l'expé faite, il y a une vingtaine d'années, par M. Flourens. On duit l'artère dans un petit anneau brisé d'acier bien tr très mince et de dimension convenable pour embrasser l seau sans le comprimer. Dans le point ainsi emprisonné l' ne peut se dilater qu'à la condition d'ouvrir l'anneau éla dont il est entouré ; et si les bords de la fente pratiqué

(1) Harvey rend compte de cette expérience dans sa deuxième dissertation sur la circulation du sang, adressée à J. Riolan (*a*).

(2) Les mouvements de locomotion qui accompagnent la dilatation des artères rendent celle-ci très difficile à constater par l'observation directe, et d'ailleurs elle est presque toujours à peine appréciable à l'œil ; aussi plusieurs physiologistes, tels que Lamure, Arthaud et Parry, ont-ils été conduits à en nier l'existence (*b*). Mais Spallanzani l'a très bien observée dans l'aorte du Triton et du Lézard, ainsi que dans l'artère pulmona elle lui a paru plus considéra dans le premier de ces vaisse

Enfin M. Poiseuille a mis dence la dilatation de l'artère du Cheval, à l'aide d'un inst disposé de façon à emprisonn portion de ce vaisseau dans u rempli d'eau et surmonté d'u capillaire, dans lequel le liqu levait ou s'abaissait suivant q tère, en se gonflant ou en s cissant, chassait du réserv certaine quantité d'eau ou la entrer (*d*).

(*a*) Harvey, *Exercitatio altera ad J. Riolanum, in qua multæ contra circuitum san jectiones refelluntur* (*Opera omnia*, p. 111).

(*b*) Lamure, *Recherches sur la pulsation des artères*, 1769.

Arthaud, *Dissertation sur la dilatation des artères*, 1771.

— Parry, *Experimental Inquiry on the Arterial Pulse*, p. 50.

— K. H. Parry, *Additional Experiments on Arteries*, 1819, p. 11.

— Davies, *General principles of Physiology* (*London Medical Repository*, 1828, p. 389).

(*c*) Spallanzani, *Expériences sur la circulation*, p. 359, 360, 362, etc.

(*d*) Poiseuille, *Recherches sur l'action des artères dans la circulation artérielle* (J *physiologie de Magendie*, 1829, t. IX, p. 46, pl. 1, fig. 1).

s'écartent, il sera évident que la dilatation a lieu. Or, rens ayant placé autour de l'aorte de divers Mammifères s anneaux à branches mobiles, a toujours vu les deux celles-ci s'écarter au moment de la systole, et se rap- quand le cœur était en repos (1).

Allongement des artères.

— L'allongement des artères sous l'influence de l'im- imprimée au sang par la contraction du cœur est plus constater. Pour la rendre évidente, il suffit de marquer it coloré un point donné de la carotide primitive préala- mis à nu chez un Mouton ou quelque autre grand Mam- puis de placer à côté de ce trait, comme point de une aiguille fixée d'une manière immobile. En effet, alors le trait coloré avancer et reculer alternativement anière synchronique avec les mouvements de systole et le des ventricules du cœur (2). Cette élongation déter-

anneaux brisés dont M. Flou- rvait étaient faits avec des e montre, et ses expériences ratiquées sur des Lapins et s (a).

fait de l'allongement des rs de l'afflux du sang dans leur a été constaté depuis s par plusieurs autres phy- , tels que Haller, Parry, iltz et Wedemeyer (b); mais ce citée ci-dessus est due rens.

choses égales d'ailleurs, ce nt dans l'état du vaisseau nt plus marqué, que celui-ci courant sanguin un obstacle ue. Ainsi il est plus marqué au niveau d'une bifurcation que dans un tronc droit et indivis, parce que l'éperon, faisant obstacle à l'ondée sanguine, est poussé en avant avec force à chaque systole ventriculaire, et revient en arrière dès que cette impulsion s'arrête. J'ajouterai que l'allongement de l'artère sous l'influence de l'afflux du sang poussé dans son intérieur par les contractions du cœur est beaucoup augmenté par le fait de la ligature du vaisseau, car alors tout le mouvement de progression imprimé directement à la colonne de liquide ainsi emprisonnée tend à pousser en avant l'extrémité fermée du vaisseau. Haller a noté ce phénomène (c), qui est surtout remarquable

ns, *Expériences sur le mécanisme du mouvement ou battement des artères* (*Ann. des* ., 1837, 2ᵉ série, t. VII, p. 106).
An Experim. Inquiry into the Nature of the Arterial Pulse, 1816, p. 102 et suiv.
ll, *An Essay on the Forces which circulate the Blood*, 1819, p. 30.
z, *Das System der Circulation*, p. 339.
neyer, *Untersuchungen über den Kreislauf des Blutes*, 1828.
, *Mémoires sur le mouvement du sang*, p. 41.

Locomotion des artères.

mine souvent un déplacement de tout le vaisseau qui se en arc et se relève. On donne à ce phénomène le nom motion des artères (1).

à l'extrémité du moignon d'un membre amputé : on voit l'extrémité de l'artère liée s'avancer à chaque pulsation et faire saillie à la surface de la plaie.

M. Volkmann a cherché à découvrir les rapports qui existent entre l'allongement et l'élargissement des artères, lorsque ces vaisseaux sont distendus par un afflux de liquide dans leur intérieur. L'observation directe ne permet pas de résoudre cette question ; mais, à l'aide d'une série d'expériences délicates faites sur le cadavre, ce physiologiste est arrivé à des résultats intéressants. En déterminant le poids de la quantité d'eau contenue dans un tronçon artériel d'une longueur connue et non distendu, il a pu calculer par les données de la géométrie l'aire du cylindre représenté par ce liquide, et par conséquent aussi le diamètre intérieur du vaisseau à l'état de repos ; puis il injecta dans ce même tronçon d'artère une quantité additionnelle d'eau de façon à le distendre fortement ; il pesa de nouveau pour connaître la quantité du liquide introduit de la sorte, et il mesura la longueur du vaisseau pour déterminer l'allongement que celui-ci avait subi ; enfin à l'aide des éléments de calculs ainsi obtenus, il a estimé le diamètre de ce second cylindre liquide, et il a pu comparer l'augmentation du vaisseau en largeur à l'allongement que ce tube avait éprouvé. Il a fait cette expérience sur des p l'artère brachiale et de l'a que de l'Homme et sur di tères du Chien, du Lapi Chèvre et du Bœuf, et to trouvé que l'extension laté de beaucoup supérieure à ment. En prenant pour unit sure la dilatation transvers trouvé que l'allongement p même étendue n'était sou d'environ 0,45, et ne s'es élevé au-dessus de 0,83. Au abord, ce résultat peut pa opposition avec ce qui s'obse dant la vie ; car en général, q artère bat, il est facile de voi s'allonge, tandis que son élarg n'est que rarement visible Mais, ainsi que le fait re M. Volkmann, cela dépe qu'on ne peut observer qu' petite longueur transversale que la vue embrasse le vaiss une étendue longitudinale rable (a).

(1) Si le vaisseau est rectil ses deux extrémités sont f façon à ne pouvoir s'écart obéir à l'impulsion ainsi pr s'y produira un mouvement motion par inflexion latérale formera une ou plusieurs c suivant la disposition des p plus grande extensibilité (b).

Si l'artère est un peu co courbure sera alors augment

(a) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 420 et suiv.

(b) Voyez Frey, *Op. cit.* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1845, p. 147).

— Le pouls, ou battement des artères, dépend aussi de on imprimé au sang par les contractions du cœur, et en partie dans les divers mouvements que je viens de 1). Ainsi, quand ces pulsations sont visibles à l'œil, elles

Théorie du pouls.

coudée ou si elle présente ure brusque, elle tendra à er et à augmenter en dias le point correspondant à re de l'axe de sa première tiligne avec la grande courte par ses parois dans la rbée.

portion du vaisseau située la courbure est libre, elle plus ou moins sous l'inla pression exercée ainsi rois; mais lorsqu'elle ne éplacée de la sorte, l'allonla première partie du tube au contraire une augmenla flexuosité de la seconde, dont on est souvent tél on observe au microscope on dans les petites ar-

que je l'ai déjà dit (b), disciples attribuaient les es artères à une force qui ns les parois mêmes de x et qui leur serait transcœur; mais Harvey fit voir ence sur laquelle Galien opinion ne donnait pas que celui-ci avait cru et il prouva que le battement des artères est produit par le choc du sang contre les parois de ces vaisseaux. En effet, il reconnut que la ligature d'une artère, opération qui empêche le passage du sang dans son intérieur, fait cesser les battements au-dessous du point oblitéré; mais que les battements continuent à s'y produire si, à l'aide d'un tube rigide introduit préalablement dans sa cavité, là où la ligature doit être placée, on maintient la communication libre entre les portions du vaisseau qui sont situées en amont et en aval de cette ligature. Harvey cite aussi un cas pathologique dans lequel les parois de l'aorte étant devenues osseuses dans une longueur considérable, le pouls n'aurait pas dû se faire sentir dans les membres abdominaux, si la théorie de Galien avait été l'expression de la vérité; or, les battements artériels s'y manifestaient à peu près comme dans les circonstances ordinaires (d).

A l'époque où vivait Harvey, on admettait généralement avec Galien que la dilatation des artères coïncidait avec celle du cœur. Harvey établit expérimentalement que c'est le contraire qui a lieu, et que la systole des

Jones, *On the State of the Blood and Blood-Vessels in Inflammation* (Guy's *Hospital* t. VII, p. 108).
ssi, au sujet de la locomotion des artères, les expériences de M. Flourens (*Op. cit.*, *es nat.*, 2e série, t. VII, p. 108).
lessus, t. III, p. 26.
tercitatio altera ad J. Riolanum, in qua multæ contra circuitum sanguinis objec-tr (*Opera omnia*, p. 111).
. 112.

résultent principalement de la locomotion du vaisseau; dans la plupart des cas, ce déplacement et la dilatation p par la charge additionnelle que détermine la systole ventri sont trop faibles pour être aperçus de la sorte, ou pour être bles au toucher, et l'impulsion cardiaque ne devient m que si l'on oppose un obstacle au cours du sang dans ce flexible en déprimant un peu les parois de celui-ci. C'e cette raison que l'observateur ne sent aucune pulsation il applique le doigt sur une artère qui se trouve ento parties molles et qui fuit sous la pression plutôt que de se déprimer; mais si le vaisseau dont il fait choix est à la fo rapproché de la peau pour être facile à comprimer et

ventricules se manifeste en même temps que la diastole des artères. Il paraît, du reste, qu'avant l'époque où vivait Galien, la vérité avait été découverte, mais avait passé presque inaperçue des physiologistes. Effectivement, dans un écrit que l'on attribue à Rufus d'Éphèse, et que M. Daremberg a mis en lumière dernièrement (*a*), il est dit positivement que les battements synchroniques des artères et du cœur ne sont pas de même nature; que les artères battent quand elles se remplissent, et le cœur quand il se vide.

Voici la traduction du passage en question : « Le pouls se produit de la » manière suivante. Le cœur, après » avoir attiré le pneuma du poumon, » le reçoit d'abord dans sa cavité » gauche, puis, retombant sur lui- » même, il le distribue aux artères » remplies par l'affaissement » les artères de tout le corp » sant le pouls; quand elles » il y a systole. Ainsi le po » dans les artères quand elle » plissent et qu'elles reço » pneuma, et dans le cœur » se vide, comme nous l'é » plus bas. Nous avons do » une définition convenable » en disant : le pouls est la d » la systole du cœur et des a » est composé de diastole e » tole. Les artères et le cœ » en même temps; aussi pre » les médecins pensent-ils qu » se produit par la réplétion » née du cœur et des artères » évident, mais les battement » pour les artères quand elle » plissent, et pour le cœur » se vide (*b*). »

(*a*) Σύνοψις περὶ σφυγμων : *Traité sur le pouls*, attribué à Rufus d'Éphèse, publié mière fois en grec et en français avec une introduction et des notes par M. Ch. Darem 1846.

(*b*) *Op. cit.*, p. 21.

ın plan résistant, un os, par exemple, il éprouve un petit ; chaque fois que le cœur lance une ondée de sang dans le ème circulatoire, et c'est ce choc que les médecins dési- ıt plus spécialement sous le nom de *pouls*.

e mécanisme de ce phénomène est facile à expliquer.

a pression exercée par la colonne sanguine en mouvement les parois de l'artère croît proportionnellement aux obstacles s'opposent à son écoulement, jusqu'à ce qu'elle soit devenue le à la pression motrice développée par le cœur, et alors le rant s'arrête.

Ainsi que je l'ai déjà dit, le principal obstacle qui s'oppose au e écoulement du sang contenu dans les artères est dû au ttement de ce liquide contre les parois du système vasculaire, e frottement croît proportionnellement au carré de la vitesse courant.

Or la quantité de ce liquide qui, dans un temps donné, passe ıs les diverses sections d'un tube qui en est rempli, est tout la même, et par conséquent la vitesse du courant devient utant plus grande dans une de ces sections, que l'aire de le-ci est plus petite.

Par conséquent aussi, lorsqu'en déprimant sur un point les ois de l'artère on rétrécit brusquement le calibre de ce vais- u, on développe dans ce même point une résistance à l'écou- ment du sang; cette résistance a pour conséquence une ussée correspondante du liquide contre l'obstacle, et cette ssion, accrue à chaque systole par l'arrivée subite d'une uvelle ondée de sang dans le vaisseau, produit sur le doigt i constitue l'obstacle un choc plus ou moins fort. En effet, le urant étranglé dans ce point fait effort pour pousser l'obstacle avant et en dehors. Pour produire un phénomène analogue ıs un tube flexible quelconque, il suffit de faire passer dans conduit un courant d'eau mis en mouvement par une force ermittente, et de déprimer sur un point de sa longueur, avec

le doigt ou avec un petit levier, les parois du tube ainsi rempli. A chaque coup de piston donné par l'organe moteur, on sentira sous le doigt une pulsation, ou l'on verra le levier soulevé par le choc du courant (1).

nfluence la longueur vaisseaux sur la e du pouls.

§ 7. — Cette expérience, qui a été pratiquée récemment par M. Marey, nous permet aussi de comprendre facilement comment le caractère de ces pulsations peut varier sous l'influence d'efforts cardiaques identiques, lorsque les propriétés du tube traversé par le courant viennent à se modifier. Ainsi, lorsqu'on fait usage d'un tuyau dont les parois sont dépressibles sans être sensiblement élastiques, la pulsation a le même caractère que l'impulsion initiale dont elle est la conséquence : elle est brève si le coup de piston est brusque et court ; elle est forte si ce coup est puissant, et elle se fait sentir au même moment

(1) Pendant longtemps il a régné parmi les physiologistes et les médecins de grandes divergences d'opinions au sujet de la cause du pouls, et là, comme dans beaucoup d'autres circonstances analogues, le désaccord est venu en grande partie de ce que chacun soutenait d'une manière exclusive une portion de la vérité. Ainsi Galien et Harvey attribuent ce phénomène uniquement à la dilatation des artères. Weitbrecht et Bichat soutenaient qu'il dépendait essentiellement du déplacement du vaisseau (*a*) ; tandis que Arthaud l'expliquait par l'effort du sang contre l'obstacle produit par la dépression de l'artère sous le doigt de l'observateur (*b*). Enfin Parry n'y voyait qu'un effet de l'allongement de celui-ci (*c*). M. Flourens a fort bien établi que ce phénomène se complique de tous les éléments qui peuvent concourir à la production des battements de l'artère (*d*) ; opinion qui était aussi celle de Haller (*e*) et de Sœmmering (*f*). Enfin, M. Marey a démontré expérimentalement la part qui est due à la dépression du vaisseau par le doigt de l'observateur, et a expliqué d'une manière très claire le mécanisme de ce mouvement (*g*).

(*a*) Weitbrecht, *De circulatione sanguinis cogitationes physiologicæ* (*Comment. Acad. Petrop.*, 1724 et 1735, t. VII, p. 316).
— Bichat, *Anatomie générale*, t. I, p. 315 (édit. de 1818).
(*b*) Arthaud, *Dissertation sur la dilatation des artères*. Paris, 1771.
(*c*) Parry, *Inquiry into the Nature of the Arterial Pulse*, 1816, p. 100 et suiv.
(*d*) Flourens, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 1837, 2e série, t. VII, p. 112).
(*e*) Haller, *Elem. physiologiæ*, t. II, p. 238.
(*f*) Sœmmering, *De corporis humani fabrica*, t. V, p. 84.
(*g*) Marey, *Recherches hydrauliques sur la circulation du sang* (*Ann. des sciences nat.*, 1857, 4e série, t. VII, p. 344).

e la longueur du conduit. Mais lorsqu'on emploie à parois élastiques ; tel qu'un tube de caoutchouc rtère, les choses ne se passent plus de la même le choc pulsatile se modifie à mesure que la distance ourue par le courant est plus grande, et ne devient que plus tardivement, quand cette distance est consi-

te, nous aurions pu prévoir qu'il devait en être ainsi, e que j'ai eu déjà l'occasion de dire relativement à la ation graduelle du mouvement intermittent imprimé ar les contractions du cœur, en un mouvement uni- l'effet du jeu des parois artérielles.

e pouls s'affaiblit à mesure que l'on s'éloigne du cœur, néral, cesse d'être perceptible dans les très petits (1). Effectivement il doit en être ainsi, puisque le du pouls est dû au mouvement de progression im- ectement à la colonne sanguine par la portion de ui est lancée dans le système artériel par chaque sys- ntricule gauche et qui ne trouve pas à se loger tem- ent dans le tronçon de ce système de tubes compris œur et le point où la pulsation se produit; portion qui nt moins grande que ce tronçon du système vasculaire ns de longueur (2).

: a trouvé qu'en général paraît complétement là où de l'artère est descendu à de millimètre (*a*); mais il égard des différences con- suivant les circonstances ies.

aire bien comprendre cette écanisme de la circulation, il sera peut-être bon de prendre comme exemple un cas particulier, et de calculer les effets produits, sans tenir compte des effets de l'écoulement qui s'opère en même temps.

Supposons qu'à chaque systole le cœur lance dans l'artère 50 centimètres cubes de liquide, que la capacité initiale de ce tube soit de 10 cen-

émoire sur le mouvement du sang, p. 35.

Nous voyons là l'utilité de certaines dispositions anato qui se remarquent dans diverses parties du système a soit chez l'Homme, soit chez les Animaux. Parfois le v nourricier d'un organe, au lieu de se rendre à sa destin suivant une ligne à peu près droite, présente de nomb flexuosités. Or ces courbures augmentent l'étendue de la élastique sur laquelle le sang vient presser avant que d' dans le système capillaire, et puisque la transforma mouvement saccadé imprimé à ce liquide par les contr du cœur, en un mouvement uniforme, est une conséque l'action de l'espèce de ressort ainsi constitué et devient d plus complète que les surfaces en question sont plus éte il s'ensuit que ces méandres artériels doivent avoir pou

timètres cubes par centimètre de longueur, et que le degré d'élasticité des parois dudit vaisseau soit telle que, sous l'influence de la pression développée par la contraction ventriculaire, sa capacité puisse être augmentée de 1/10e. Il est évident qu'à une distance de 1 décimètre du cœur, la charge additionnelle déterminée par la systole n'aura été que de 10 centimètres cubes, et que l'ondée lancée par cette systole aura dû faire avancer 40 centimètres cubes du liquide préexistant dans cette même portion de l'artère. Mais, à une distance de 2 décimètres, la dilatation du tube aura permis le placement d'une charge additionnelle de 20 centimètres cubes, et par conséquent la portion de la charge initiale déplacée par le jet parti du cœur ne sera que de 30 centimètres cubes. A une distance de 3 décimètres, ce déplacement pourra se trouver réduit à 20 centimètres cubes ; enfin, à 5 décimètres, elle pourra être nulle, car la totalité des

30 centimètres cubes de liqui jeté durant la systole, et des 5 timètres cubes qui occupaient vaisseau avant le commence ce coup de piston, aura trou cette longueur de 5 décimèt latée par l'effort systolique, nécessaire pour se loger, et seulement lorsque la pressio loppée par le cœur aura ces charge additionnelle comme s'avancer vers les capillaires. donc que, dans cette hypot vitesse du courant, déterminé tement par la systole vent décroît rapidement à mesure longueur du tube d'écoulem mente, et que par conséque la transformation du mouvem termittent ou saccadé en un ment uniforme tend à devenir en plus complète à mesure que face des parois extensibles don ticité est mise en jeu s'est acc

On peut résumer ces ré comme je l'ai déjà fait, e

ılariser davantage le cours du liquide dans la portion pondante du système capillaire, et de mettre les parties dont celui-ci est entouré plus complétement à l'abri des ses résultant des pulsations artérielles.

— Le synchronisme de la systole ventriculaire et du ent des artères est complet dans le voisinage immédiat du mais, dans les parties éloignées du système circula- ın certain intervalle se manifeste entre le moment où le er de ces mouvements s'accomplit et celui où le second it appréciable. On remarque aussi que ce retard du pouls nte à mesure que le point exploré est situé plus loin de ıe d'impulsion (1). Cela dépend de la manière dont les

Influence de la longueur de l'artère sur le retard du pouls.

effets de l'élasticité des parois es croissent comme la surface ıarois.

le battement du pouls est par le surcroît de pression né par la charge additionnelle, conséquent, à mesure que la ın de l'artère se trouve solli- r une quantité de liquide en nent moins considérable, l'in- les pulsations diminuera.

ésence d'une ampoule à parois es sur le trajet du vaisseau ssi à diminuer, et peut même e complétement les pulsations nte la portion du tube qui est en aval de cette dilatation. ement elle augmente l'étendue surface extensible située en le l'obstacle qui, en retardant ge du sang, développe la pul- et cette augmentation de sur- met à une plus grande portion harge additionnelle lancée par le de se loger dans la partie du vaisseau comprise entre cet obstacle et le cœur. La charge additionnelle qui arrive dans le point où l'observa- teur cherche à sentir les battements artériels en est diminuée d'autant, et par conséquent le pouls se trouve affaibli proportionnellement.

C'est pour cette raison que, dans les cas d'anévrysmes, le pouls est considérablement diminué ou même supprimé dans la portion du vaisseau qui se trouve en aval de la dilatation, et l'effet est d'autant plus marqué, que la poche anévrysmale est plus grande, qu'elle communique plus largement avec l'artère et que ses parois sont plus élastiques. On a ob- servé des cas d'anévrysmes de l'ori- gine de l'aorte qui supprimaient le pouls dans toutes les artères du corps (*a*).

(1) L'existence d'un certain retard dans le pouls des artères éloignées du cœur avait été remarquée, vers le milieu du siècle dernier, par Weit-

ıwers, *Anévrysme de l'aorte ascendante* (*Moniteur des hôpitaux*, 1857, p. 588).

parois artérielles réagissent sur l'ondée de sang lancée par la systole ventriculaire et de la durée de cette contraction. La portion du liquide qui arrive dans l'artère au commencement de la systole, trouvant à se loger dans la partie de ce tube qui avoisine le cœur, y détermine aussitôt le degré de tension additionnelle dont dépend le pouls, et n'agit que faiblement sur les parties éloignées de la colonne sanguine artérielle; mais la portion suivante du même jet, trouvant cette portion cardiaque de l'artère déjà dans un état de tension, fait sentir son action sur la partie suivante du vaisseau, et ainsi de proche en proche, de façon qu'à mesure que la longueur du conduit augmente, la pression exercée sur les parois vasculaires, et par suite la pulsation, ne devient sensible qu'à un moment correspondant à une

brecht et Senac (*a*), mais avait été révoquée en doute par Haller (*b*), et n'a été bien établie que par les observations récentes de Rochoux, de Carlisle, de M. E. H. Weber, de M. Hamernik, et de quelques autres physiologistes de la période actuelle (*c*).

M. Weber a trouvé que la différence entre le moment de la manifestation de la systole ventriculaire et de la pulsation de l'artère pédieuse est d'environ 1/7e de seconde. Ce retard est surtout sensible chez les personnes dont la circulation est lente et dont les systoles sont prolongées (*d*).

Dans quelques états pathologiques il devient beaucoup plus grand que dans l'état normal : par exemple, lorsqu'une poche anévrysmale se trouve en amont de l'artère où les pulsations s'observent (*e*). M. Marey a remarqué que dans ce cas le défaut de synchronisme est d'autant plus grand que le sac anévrysmal est plus volumineux, et il explique très bien ce phénomène par l'influence de l'étendue des parois élastiques interposées entre le cœur et la partie explorée (*f*).

(*a*) Weitbrecht, *De circulatione sanguinis cogitationes physiologicæ* (*Comment. Acad. Petropol.*, 1734-35, t. VII, p. 317 et suiv.).

— Senac, *Traité de la structure du cœur*, 1777, t. II, p. 204.

(*b*) Haller, *Elem. phys.*, IV, § 42.

— Rochoux, art. Pouls, *Dictionnaire de médecine* par Adelon, Andral, etc., 1827, t. XVII, p. 426.

— Carlisle, *Observ. on the Motions and Sounds of the Heart* (*Brit. Associat.*, 1833, p. 455).

(*c*) Weber, *De pulsu in omnib. arter. plane non synchronico* (*Annot. Acad.*, Leipzig, 1834).

— Hamernik, *Die Verhältnisse des Pulses zur Diagnostic innerer Krankheiten* (*Medicinischer Jahresbericht des Oesterreichen Staates*, 1843, t. XXXIII, p. 129).

(*d*) E. H. Weber, *Ueber die Anwendung der Wellenlehre* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1851, p. 536).

(*e*) Hamernik, *Op. cit.*

— Valleix, *Guide du médecin praticien*, t. II, p. 52.

(*f*) Marey, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 4e série, t. VII, p. 349).

plus en plus avancée de la contraction ventriculaire. n commence, il est vrai, au même instant dans toute le ce système hydraulique, mais ne devient appré- ›igt que lorsqu'elle a atteint un certain degré d'inten- e intensité n'est obtenue que successivement dans les ıts du parcours artériel; aussi tous les observateurs jourd'hui d'accord pour reconnaître le défaut de syn- dans les battements des artères de la portion centrale ortion périphérique du système circulatoire; mais uteurs croient voir dans cette différence un retard : non un retard réel (1).

prochaine Leçon j'aurai ces faits, et je rendrai des expériences hydro- l'aide desquelles M. Ma- dernièrement à mettre a forme de l'ondée san- par la systole ventricu- nner une théorie simple es pulsations dans les nes du système artériel. Weber, comme je l'ai mile à une vague san- ge additionnelle lancée es par chaque contrac- cule gauche, et explique e du pouls par la pro- ette onde ; puis, se ba- retard observé dans le artères à mesure que lu cœur augmente, il lculer la vitesse de pro- ette même onde, et il 40 par seconde; marche que peu de celle obser- ysiologiste dans ses ex- périences sur la propagation des ondes dans un cylindre d'eau renfermé dans un tube de caoutchouc. M. Weber fait remarquer aussi qu'à raison de cette grande vitesse et du temps pendant lequel dure chaque contraction systolique, l'espèce de vague sanguine ainsi produite doit avoir une longueur considérable, et que sa partie antérieure doit être déjà anéantie dans le système capillaire avant que sa partie postérieure ait achevé de sortir du cœur (a).

Effectivement, dans cette théorie, la longueur du renflement de la colonne sanguine ou vague positive serait d'environ $2^m,8$, car le temps qui s'écoule entre le commencement et la fin de chaque systole peut être évalué à environ 1/4 de seconde, et par conséquent l'extrémité antérieure de la vague sanguine, marchant à raison de $9^m,2$ par seconde, serait à environ $2^m,8$ du cœur, lorsque la dernière portion de cette même ondée sortirait du ventricule gauche. Mais les élé-

ner, *Ueber die Anwendung der Wellenlehre auf die Lehre vom Kreislaufe des* rchiv für Anat. und Physiol., 1851, p. 536).

Influence du degré d'extensibilité et d'élasticité de l'artère sur le pouls.

§ 9. — Puisque le pouls est dû à la pression additionnelle qui se développe dans les divers points du système artériel sous l'influence de l'ondée de sang lancée par le cœur, et que la transformation du mouvement intermittent ainsi produit en un mouvement uniforme s'effectue peu à peu au moyen de la dilatation des artères et de la réaction mécanique de ces vaisseaux, il est évident que toute variation dans l'extensibilité et l'élasticité des parois de ces tubes doit influer sur la distance à laquelle cette transformation devient complète et sur la longueur du vaisseau où les pulsations se manifestent. Aussi, sans qu'il y ait aucun changement dans la force d'impulsion déployée par le cœur, l'intensité du pouls dans les parties périphériques du système circulatoire peut être augmentée par un état de rigidité anormale des artères qui avoisinent le cœur ; car celles-ci, en perdant de leur extensibilité et de leur ressort, perdront d'une manière proportionnelle le pouvoir transformateur qui tendait à régulariser le cours du sang, et le caractère saccadé de celui-ci se conservera plus loin.

On comprendra également que, si une artère devient rigide, les battements du pouls ne s'y feront plus sentir ; car le vaisseau, pour battre de la sorte, doit être dilatable (1).

ments de ces calculs sont trop incertains pour que les physiologistes puissent attacher beaucoup de valeur aux résultats obtenus de la sorte.

(1) Ainsi lorsqu'un tronçon d'artère vient à s'ossifier, comme cela a lieu quelquefois, le pouls disparaît dans la portion du vaisseau qui a subi cette altération. Le même phénomène peut s'observer dans quelques portions du système artériel qui, sans être ossifiées, sont trop résistantes pour se laisser distendre par l'afflux du sang ou déprimer sous le doigt, et c'est de la sorte qu'on peut rendre compte d'une observation de Haller. En expérimentant sur des Grenouilles, ce physiologiste remarqua que le pouls n'était pas sensible dans l'aorte descendante, tandis que l'aorte ascendante, les artères pulmonaires, les artères brachiales, etc., qui sont plus extensibles, offraient les battements ordinaires (a).

(a) Haller, *Mém. sur le mouvement du sang*, p. 46.

. — Le ressort des parois artérielles dépend en grande le l'élasticité, propriété purement physique dont elles ›uées à un haut degré; mais il tient aussi à une action lont beaucoup de physiologistes ont méconnu l'exis- 1). Nature du ressort des artères.

· constater la première de ces propriétés, il suffit de e sur le cadavre de l'Homme, ou de tout autre Mam- , un tronçon d'artère, et de le comprimer ou de le Si on le comprime, il s'aplatit; mais dès que la pres- sse, il reprend sa forme cylindrique, et sa lumière rede- ussi large qu'avant son aplatissement : si on le tiraille ıent, on le voit s'allonger, et il revient sur lui dès que auquel il a cédé vient à cesser (2). Élasticité.

ıelques auteurs ont soutenu z l'Homme et les autres :res les artères n'offrent au- :e d'irritabilité et ne sont que ıux élastiques; Magendie, ıtorité était à bon droit très ux yeux des élèves de l'École , traitait d'hérésie physiolo- ute opinion contraire à la ır ce point, et déclarait que ›ment que l'on admet que is des artères, grosses ou se contractent à la manière musculaire, il n'y a plus de e la circulation possible (*a*). » mprendra donc pourquoi il u nécessaire de multiplier ›, dans mes Leçons à la Fa- sciences de Paris, les preuves contractilité des parois arté- ıi aujourd'hui est indubitable. par l'injection ou l'insuffla- tion on remplit avec excès une artère, on la voit s'élargir un peu et s'allonger; mais, au moment où l'effort cesse, elle revient sur elle-même et se vide en partie. Si l'on replie un de ces vaisseaux, il tend à se redresser, et si on le distend alternativement dans le sens de sa longueur et en travers, on voit qu'il est susceptible de s'allonger plus qu'il ne peut s'élargir (*b*). Un physiologiste du siècle dernier, Wintringham a fait des expériences sur la résistance des artères à la rupture, mais il n'a obtenu que peu de résultats intéressants (*c*). La résistance latérale est due principalement à la tunique moyenne, qui du reste ne contribue que fort peu à la résistance longitudinale, laquelle réside presque entièrement dans la tunique externe.

ndie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, t. II, p. 78.
ırd, *Éléments d'anatomie générale*, 1823, p. 374.
ringham, *An Experimental Inquiry on Some Parts of the Animal Structure*, 1740.

Le rôle de cette élasticité des tissus artériels, d
duction des phénomènes du pouls, est également fa
stater à l'aide d'une expérience pratiquée par Bic
amputé le bras d'un cadavre et l'ayant assoupli par l
dans un bain tiède, ce physiologiste adapta à l'ex
l'artère brachiale de ce membre un petit tube, et
l'autre extremité de cet ajutage dans l'artère carotide
Chien. Le cœur de l'Animal poussa aussitôt du sa
bras du cadavre, et à chaque systole il se manifesta
ci un battement analogue à celui du pouls, qu
faible (1).

Contractilité tonique.

§ 11. — Mais pendant la vie le ressort des art
pression que les parois de ces vaisseaux exercent su
qui les distend sont beaucoup plus considérables que
ganisme inanimé et dépendent en partie d'une autre
effet, chez l'Animal vivant, les artères tendent con
à se resserrer, et si elles conservent un calibre à peu
à celui qu'elles offrent dans l'état de vacuité sur le cad
parce qu'elles sont distendues par le sang contenu
intérieur (2).

(1) Bichat obtint un résultat analogue en adaptant à l'extrémité d'une artère un sac de peau ou de toute autre substance élastique, et en comprimant périodiquement le liquide dont ce sac était rempli, de façon à le lancer par saccades dans le vaisseau (*a*).

(2) Dans diverses expériences faites sur des Béliers, Parry a mesuré comparativement la circonférence de l'artère carotide : 1° pendant la vie ; 2° quelques minutes après la mort, lorsque la contraction tonique du vaisseau paraissait arri
maximum ; et 3° un jo
mort, lorsque les propriét
pouvaient plus agir et qu
du vaisseau était détermin
par l'élasticité de ses p
nité de mesure employée
de pouce, et, dans une de
riences, la première ci
était égale à 379, la secon
la troisième à 320. La dim
tale avait donc été de 10
devait être dû à la contrac
et 50 à l'élasticité physique

(*a*) Bichat, *Anatomie générale*, t. I, p. 304.

la preuve. Si l'on met à nu l'artère carotide sur un ıt, et si l'on applique sur ce vaisseau deux ligatures, a base du cou, l'autre à quelque distance de la tête, npra toute communication entre le tronçon ainsi le reste du système circulatoire, car nous savons ette région la carotide ne fournit aucune branche. nsi emprisonné, se trouvera donc soustrait à l'in- mouvements du cœur et ne pourra être pressé que ıis mêmes du vaisseau. Cependant, dès que l'on pra- :s parois une petite ouverture, on verra ce liquide er rapidement; il sera lancé au dehors avec force et idera presque complétement (1).

ence qui existe dans la force de réaction d'une artère l'une artère morte est également mise en évidence ›érience très curieuse due à M. Poiseuille. A l'aide ppareil qui lui permettait de déterminer la charge ›our distendre avec de l'eau une portion d'artère et comparativement la pression exercée par les parois

ıce faite sur une Brebis physiologiste, la mort ›ar hémorrhagie, et la lans l'état normal, me- est réduite à 160; mais elle a repris peu à peu nce égale à 232 : le rétré- t donc été de 160, dont de la tonicité vitale et té (*a*).

rt a constaté que lors- est liée, la portion du vaisseau située en aval du point obli- téré se vide dans les veines (*b*), et Schwenke avait vu qu'une portion d'artère comprise entre deux liga- tures chasse dans les vaisseaux voi- sins le sang compris entre ces deux liens (*c*).

L'expérience, telle que je l'ai décrite ci-dessus, a été faite par plusieurs phy- siologistes, et notamment par Sœm- mering (*d*), par Reinarz (*e*) et par Magendie (*f*).

Experimental Inquiry into the Nature of the Arterial Pulse, 1816, p. 60 et

ıcurlii *Experimenta anatomica ex vivorum sectionibus petita*, p. 3 (1684).
Iæmatologia, p. 80.
, *De corporis humani fabrica*, t. V, p. 86 (1800).
s. de irritabil. arteriarum (voy. Burdach, *Traité de physiologie*, t. VI. p. 352).
Mém. sur l'action des artères dans la circulation (*Journal de physiologie*, 1821,

de ce vaisseau, lorsqu'après avoir été distendu de la celui-ci revient sur lui-même, ce physiologiste a trouvé réaction est à peu près égale à l'action quand on opère s artère provenant du cadavre d'un Animal mort depui sieurs jours, mais la dépasse très notablement dans les prises au moment même sur un Animal vivant ou récei mort (1).

Il est aussi à noter que les effets de la contractilité vit artères se révèlent souvent aux anatomistes qui, pour étu mode de distribution des petits vaisseaux, cherchent à les r par des injections. On sait qu'en général ces opérations réus

(1) Pour pratiquer cette expérience, M. Poiseuille adapte à chaque extrémité d'un tronçon d'artère un tube recourbé en forme de V, contenant du mercure, muni d'un robinet et disposé de façon à pouvoir servir de manomètre. L'artère et l'intervalle entre les deux tubes étant remplis d'eau, on ferme le robinet qui termine le second tube, et l'on verse dans la branche libre du premier la quantité de mercure nécessaire pour repousser l'eau de façon à dilater fortement l'artère. On note la hauteur de la colonne de mercure dans la grande branche de ce tube, au-dessus du niveau du métal dans l'autre branche, ce qui donne la mesure de la pression employée pour distendre l'artère; puis on ferme le robinet placé entre la terminaison de ce manomètre et l'artère, et l'on ouvre le robinet placé au bout du second tube manométrique : l'artère revient alors sur elle-même, et en chassant l'eau qui la distendait, élève le dans la branche ascendante dernier manomètre. Cette é donne la mesure de la pressio cée par les parois de l'artère ment où elles reviennent s mêmes. Or, M. Poiseuille a que cette pression est supérie première d'une quantité insig dans une artère provenant d'un mort depuis longtemps, et où cité seule peut être en jeu; mai la dépasse d'une quantité très dans les artères prises sur des a vivants, et que l'on peut suppo encore doués d'une certaine p vitale. Ainsi, dans une expé l'excès de la force de contracti force de dilatation a été égale même à 24 millimètres de m lorsqu'il employait une artère et n'était égale qu'à environ mètres quand il se servait d'un extraite du cadavre d'un Chev depuis plusieurs jours (a).

(a) Poiseuille, *Recherches sur l'action des artères dans la circulation artérielle* (*J physiologie* de Magendie, 1829, t. IX, p. 44).

sur le cadavre déjà refroidi que chez les Animaux
chez ceux qui viennent de mourir (1).

Nature de la faculté contractile des artères.

Les physiologistes ont été très partagés d'opinions
la nature de cette faculté contractile des artères.
s disciples ont pensé qu'elle différait essentiellement
actilité musculaire, et l'ont désignée sous le nom de
n effet, elle ne donne pas lieu à des mouvements
omme ceux des muscles qui obéissent à la volonté,
es fibres musculaires du cœur. La constriction d'une
e manifeste pas immédiatement après l'action des
qui déterminent ce phénomène (2); elle s'effectue

Bell cite l'exemple d'une
l lui fut impossible d'in-
es immédiatement après
elque force qu'il em-
chez laquelle cette opé-
avec facilité le lende-

la tonicité des artères
fois se conserver fort
près que le vaisseau a
reste de l'organisme, et
conséquent à l'influence
érale de l'individu. Hun-
xemple remarquable de
du ressort vital dans les
s dans le cordon ombi-
nent de l'accouchement,
itaire de ce cordon ayant
acenta fut expulsé plein
lendemain une seconde
lacée à environ un pouce
e la première, et le bout
tué entre les deux liga-
été rescisé, le sang en
sortit immédiatement sous forme de jet. Hunter observa alors avec soin le diamètre des orifices béants des artères qui s'étaient vidées de la sorte, et en les examinant de nouveau vingt-quatre heures après, il trouva qu'ils s'étaient contractés au point de se fermer complétement. Il renouvela alors la section, et le lendemain il constata encore une fois la constriction de l'extrémité des artères coupées; mais le jour suivant, ayant répété pour la troisième fois l'opération, il vit les orifices de ces vaisseaux rester béants : d'où il conclut que les artères avaient cessé de vivre, tandis que pendant les trois premiers jours elles avaient conservé leur contractilité vitale (*b*).

(2) Hastings rapporte des expériences dans lesquelles la contraction des artères ne s'est déclarée qu'une heure après l'application du stimulant (*c*).

An Essay of the Forces which circulate the Blood, being an Examination of the e Motions of Fluids in Living and Dead Vessels, p. 35 (1819).
ur le sang, l'inflammation, etc. (*Œuvres*, t. III, p. 186).
Treatise on the Inflammation of the Mucous Membrane of the Lungs, p. 34.

lentement et dure pendant un temps considérable; mais ce mode de contraction ne diffère pas de celui qui s'observe dans d'autres organes dont la structure musculaire n'a soulevé aucun doute parmi les anatomistes, et aujourd'hui on est assez généralement d'accord pour le considérer comme étant de même nature (1). En étudiant la structure des artères, nous avons vu que des éléments musculaires s'y trouvent associés en plus ou moins grande proportion aux fibres élastiques (2), et les expériences faites sur les Animaux vivants, depuis l'époque où Bichat écrivait, prouvent clairement que ces vaisseaux sont doués de l'irritabilité musculaire.

eloppement inégal de la ontractilité dans les diverses artères.

Les divergences d'opinions que je viens de mentionner tiennent en partie aux différences qui existent dans le degré d'irritabilité des artères de divers calibres. Dans les gros troncs la contractilité est très obscure; dans les vaisseaux de moyenne grosseur elle devient plus grande, et varie en intensité suivant les espèces ou même les individus; mais dans les petites branches elle est beaucoup plus développée, et c'est dans les ramuscules qu'elle se manifeste avec le plus de puissance (3).

(1) Lorsque les contractions artérielles sont peu persistantes, on peut en déterminer le renouvellement à plusieurs reprises. Dans une des expériences faites par Thomson sur les vaisseaux sous-cutanés de la Grenouille, l'application de l'ammoniaque excita quatre fois de suite des contractions à des intervalles de quelques minutes, et dans un autre cas ce physiologiste a pu provoquer des mouvements analogues neuf fois dans l'espace d'une heure (*a*).

(2) Voyez tome III, p. 514.

(3) Haller, qui était resté indécis quant à l'existence de l'irritabilité dans les grosses artères, regardait les artérioles comme étant certainement privées de la faculté de se contracter (*b*). Mais les expériences de Thomson ont été favorables à l'opinion des physiologistes qui attribuaient aux petites artères une puissance de contractilité plus grande qu'aux gros troncs (*c*), et les faits dont la science s'est enrichie plus récemment, et dont je vais rendre compte, donnent tout à fait gain de cause à ces derniers auteurs.

(*a*) Thomson, *Traité médico-chirurgical de l'inflammation*, trad. de l'anglais, p. 56.
(*b*) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. II, p. 242.
(*c*) Thomson, *Traité médico-chirurgical de l'inflammation*, p. 55 et suiv.

i des expériences dans lesquelles les résultats de la con-
ι vitale de diverses artères furent comparés aux effets
ıt produits après la mort, et qui sont dus à l'élasticité
ənt, conduisirent Hunter à reconnaître que le dévelop-
relatif de ces deux propriétés est très inégal dans les
s parties du système artériel; que dans les gros vais-
: ressort des parois dépend presque entièrement de l'élas-
ındis que dans les petites artères c'est la contractilité qui
(1).

c'est surtout par l'étude du mode d'action des divers

ur établir cette comparaison, t périr par hémorrhagie un :t aussitôt après la mort de enleva des tronçons d'ar- livers calibres, fendit longi- ıent ces bouts de tubes, et vec soin les dimensions de ı ainsi obtenus, puis les sou- e extension assez considé- es laissa revenir sur eux- ıı moment de la mort, ces étaient dans l'état de con- ›ù les avaient amenés les ı vitales de leurs tissus ; mais ir été soumis à la traction, ›uvaient revenir sur eux- l'en vertu de leur élasticité, ısséquent, la différence entre ensions dans ces deux pé- l'expérience devait corres- x effets de la puissance vitale ırremment avec l'élasticité, ·miné le rétrécissement sub- moment de la mort.

ant de la sorte sur une por- aorte prise au sommet du unter trouva que le retrait ısticité était inférieur à la contraction physiologique totale d'environ $\frac{1}{11}$.

Dans un fragment du même vaisseau pris à la partie inférieure du thorax, cette différence est devenue égale à $\frac{1}{10}$.

Pour l'artère axillaire, cette différence était de $\frac{1}{9}$.

Pour l'artère humérale, elle était de $\frac{1}{7}$.

Enfin, pour l'artère crurale, elle s'est élevée à $\frac{1}{7}$, et même à $\frac{1}{5}$.

Toutes les expériences ne marchèrent pas avec cette régularité, mais la tendance générale était que la part de rétrécissement afférente à la contractilité vitale était plus considérable dans les artères de moyen calibre que dans les gros troncs. Hunter reconnut aussi par ces expériences que cette contractilité vitale agit surtout dans la direction transversale de façon à amener la diminution du calibre du vaisseau, tandis que le retrait qui succède à un allongement du tube est dû entièrement ou presque entièrement à l'élasticité de ses parois (*a*).

r, *Sur le sang, l'inflammation, etc.* (*Œuvres*, t. III, p. 194 et suiv.).

stimulants sur les parois des artères que cette inégalité dans le développement de la puissance contractile a été nettement démontrée. En effet, la plupart des expériences tentées en vue de la constatation de l'irritabilité dans les gros troncs, n'ont donné que des résultats négatifs ou incertains, et en opérant sur des branches de moyenne grosseur, des contractions assez fortes ont été souvent observées, mais ne se produisent pas toujours, tandis que dans les petites branches ces phénomènes sont presque toujours faciles à provoquer (1).

Ainsi l'action directe d'un courant galvanique est souvent sans effet sensible sur les parois de l'aorte (2) ; mais en stimu-

(1) Lorsqu'on observe au microscope la circulation dans la membrane palmaire de la patte d'une Grenouille, on voit souvent des artérioles se resserrer au point de devenir tout à fait imperméables, et quelquefois cette contraction s'effectue d'une manière imprévue dans une étendue considérable du vaisseau, tandis que d'autres fois elle ne se manifeste que sur un ou plusieurs points assez circonscrits. En général, elle se fait avec lenteur et dure assez longtemps ; mais quelquefois plusieurs contractions se succèdent à des intervalles de moins d'une minute ; du reste, ces mouvements ne sont jamais rhythmiques et n'ont aucune relation avec les battements du cœur (a).

(2) Nysten a fait plusieurs expériences sur la contractilité de divers organes sous l'influence d'un courant galvanique assez puissant, soit chez des Animaux, soit chez des Hommes décapités depuis quelques minutes seulement, et il n'a jamais découvert le moindre indice d'irritabilité dans les parois de l'aorte (b).

Wedemeyer n'a aperçu également aucune contraction dans l'aorte d'une Grenouille qu'il stimulait à l'aide d'une pile galvanique de 50 couples ; mais sous l'influence d'une pile de 12 ou 15 paires, il vit les artères mésentériques de cet Animal se rétrécir du quart, de la moitié, et même des trois quarts de leur diamètre (c).

Dans les expériences faites également sur les artères mésentériques de ce Batracien par Ed. et E. H. Weber, l'action d'un courant discontinu a toujours déterminé une contraction très forte de ces vaisseaux ; souvent ils étaient réduits à $\frac{1}{3}$ de leur diamètre ordinaire, et ne laissaient passer qu'une seule série de globules sanguins ; quelquefois même la circulation s'y arrêtait complétement (d).

(a) Wharton Jones, *Op. cit.* (*Guy's Hospital Reports*, 1851, 2ᵉ série, t. VII, p. 7).

(b) Nysten, *Recherches de physiologie et de chimie pathologique*, 1811, p. 325.

(c) Wedemeyer, *Untersuchungen über den Kreislauf des Blutes*, p. 180.

(d) Ed. Weber und E. H. Weber, *Ueber die Wirkungen welche die magneto-electrische Reizung der Blutgefässe bei lebenden Thieren hervorbringt* (Muller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1847, p. 234).

nt de la sorte les petites branches de l'artère mésentérique iez la Grenouille, on a vu en général ces vaisseaux se resser- r fortement, et M. Kölliker, en employant un courant inter- ›mpu, a constaté la manifestation du même phénomène dans artère tibiale de l'Homme (1).

Du reste, cette inégalité dans le degré de développement de a faculté contractile de ces vaisseaux est en complet accord avec lifférences anatomiques dont j'ai déjà signalé l'existence dans les les diverses zones du système artériel. Nous avons vu que dans les gros troncs les éléments musculaires de la tunique moyenne sont en très petite proportion, comparativement aux fibres élastiques; mais à mesure qu'on s'avance du cœur vers la périphérie de cet appareil irrigatoire, le tissu musculaire devient de plus en plus abondant, jusqu'à ce qu'enfin, dans les ramuscules artériels, il constitue presque à lui seul la portion intermédiaire des parois vasculaires (2).

§ 13. — La nature physiologique de la contractilité lente ou tonique des artères est mise également en évidence par les

(1) Dans ces expériences, faites sur la jambe d'un homme que l'on venait d'amputer, l'excitation produite par l'appareil électro-magnétique a déterminé, au bout de deux minutes, une contraction bien marquée dans l'artère poplitée, qui était déjà en grande partie vide ; mais l'effet a été beaucoup plus intense sur l'artère tibiale postérieure, un étranglement s'y est manifesté, et l'irritabilité a persisté pendant plus d'une heure (*a*).

Il est aussi à noter que M. Pflüger a trouvé qu'en galvanisant les racines antérieures des nerfs sciatiques de la Grenouille, on peut déterminer la contraction des vaisseaux de la patte au point d'y arrêter complétement la circulation (*b*).

(2) M. Wharton Jones a constaté que lors de la contraction des petites artères chez la Grenouille, la tunique interne du vaisseau est souvent froncée longitudinalement, et que la tunique moyenne augmente d'épaisseur ; c'est cette dernière seulement dont le rôle est actif dans ce phénomène (*c*).

(*a*) Kölliker, *Zur Lehre von der Contractilität menschlicher Blut-und Lymphgefässe* (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1849, t. I, p. 259).

(*b*) Pfluger, *Vorläufige Mittheilungen über Einwirkung der Vorderen Rückenmerkswierzeln auf das Lumen der Gefässe* (*Allgem. Med. Centralzeitung*, 1855, Bd. II, p. 538, et Canstatt's *Jahresber.*, 1855, t. I, p. 132).

(*c*) W. Jones, *On the State of the Blood and Blood-vessels in Inflammation* (Guy's *Hospital Reports*, 1851, 2ᵉ série, t. VII, p. 7).

Influence du système nerveux sur la contraction des artères.

expériences relatives aux changements qui se produisent dans le calibre de ces vaisseaux sous l'influence du système nerveux. En étudiant l'histoire anatomique de ces tubes, nous avons vu que des filets nerveux viennent se répandre dans leurs parois (1). Or, on a constaté que la section de ces nerfs détermine dans les vaisseaux des effets analogues à ceux que la division du nerf moteur d'un membre produit sur les muscles de cette partie : il en résulte une véritable paralysie des parois vasculaires, et ceux-ci, ne pouvant plus résister, comme d'ordinaire, à la poussée du sang, se laissent distendre, effet qui détermine dans le tube ainsi modifié une augmentation de capacité.

Cette dilatation des vaisseaux est facile à constater dans certaines parties du corps. Ainsi, quand on coupe le nerf sympathique du cou chez un Lapin, on voit aussitôt les vaisseaux de l'oreille s'élargir, et bientôt après la rougeur qui se manifeste dans la conjonctive indique que les artérioles de cette membrane ont subi une modification analogue. Des faits du même ordre ont été constatés dans diverses parties de l'organisme à la suite de la section des nerfs qui se rendent aux vaisseaux correspondants, ou de la destruction des centres médullaires dont ces nerfs dépendent ; et l'augmentation dans la capacité de la portion du système circulatoire ainsi paralysée détermine à son tour divers phénomènes dont l'étude nous occupera ailleurs, l'augmentation de la chaleur animale, par exemple. Mais les artères qui ont été de la sorte soustraites à l'action du système nerveux, et qui, pour cette raison, ne se contractent plus, n'ont pas perdu leur irritabilité, et en substituant au stimulant normal l'excitation galvanique, on peut en réveiller la tonicité et y déterminer des contractions comme d'ordinaire (2).

(1) Voyez ci-dessus, tome III, p. 515.

(2) Depuis assez longtemps plusieurs auteurs, dont je ferai connaître les travaux lorsque je traiterai du système nerveux, avaient soupçonné, plutôt que constaté, l'action exercée par cet appareil sur la tonicité des

ets analogues s'observent quand on galvanise les eux du grand sympathique qui se rendent à la glande llaire : les artères se resserrent et cessent bientôt d'être s au sang ; mais si l'on excite de la même manière les dépendent du système cérébro-spinal et qui se distri-

nguins : ainsi M. Wharton rqué que la section du nerf erminait une légère dilaes artères de la palmure de la patte de la Gre- ; c'est dans ces dernières ment que la question a par des expériences nettes es. A la suite des obsers par M. Cl. Bernard sur on locale de chaleur que du nerf sympathique au ie dans l'oreille du même e Lapin, MM. Waller, uard, Schiff et quelques iologistes ont porté leur ir les modifications que i et d'autres opérations éterminent dans l'état des nguins de la partie dépenerf coupé, et ces expérisont arrivés ainsi à des s importants pour la phya circulation.

n des artères, et même des eaux de l'oreille externe, presque aussitôt après la la portion cervicale du thique chez le Lapin ; et vu qu'en pratiquant une l'oreille ainsi injectée, on ie hémorrhagie beaucoup nte qu'en blessant de la même manière l'oreille du côté opposé dont les nerfs sont restés intacts. Il a reconnu aussi qu'en excitant par le galvanisme le même nerf, on peut déterminer dans ces artères une contraction si énergique, que souvent elles se vident complétement ; mais dès qu'il suspendait l'action du courant galvanique, il voyait ces vaisseaux admettre de nouveau le sang dans leur intérieur. M. Waller a constaté aussi que la dilatation des petites artères de l'oreille du Lapin, déterminée par le contact de l'eau chaude, de la moutarde et d'autres rubéfiants, disparait presque complétement par la galvanisation de la partie cervicale du sympathique, et que cette excitation diminue beaucoup l'écoulement du sang quand on fait une incision de la peau de l'oreille ainsi injectée. Enfin, de même que M. Budge (*a*), il a trouvé qu'en excitant de la même manière la moelle épinière entre la deuxième et la troisième vertèbre du cou, on détermine dans les vaisseaux du pavillon de l'oreille une contraction encore plus grande qu'en agissant sur le nerf sympathique cervical (*b*).

Ces résultats ont été, non-seulement confirmés par les expériences de MM. Brown-Séquard, Schiff, Kuss-

e l'influence de la moelle épinière sur la chaleur de la tête (*Comptes rendus de* *sciences*, 1853, t. XXXVI, p. 377).
... Mémoire sur le système nerveux (*Comptes rendus de l'Académie des* t. XXXVI, p. 378 et suiv.).

buent à la même glande, on détermine aussitôt des phén dont on ne peut se rendre compte qu'en supposant q

maul et Tenner, Snellen, etc. (*a*), mais généralisés ; et l'on peut affirmer aujourd'hui que, chez les Mammifères, toutes les artères du corps sont soumises à l'influence du système nerveux ; qu'elles sont frappées d'une sorte de paralysie par la destruction de certaines parties de ce système, et que l'excitation galvanique des filets nerveux qui s'y rendent ou des centres nerveux dont ces filets dépendent les détermine à se resserrer d'une manière plus ou moins énergique.

Ainsi M. Brown-Séquard a constaté que par la galvanisation des nerfs sympathiques qui des ganglions abdominaux vont aux artères et aux veines des membres postérieurs on détermine dans ces vaisseaux les mêmes effets qui s'observent dans ceux de la tête quand on galvanise le grand sympathique du cou (*b*).

Après la section du nerf sympathique au milieu du cou, on peut aussi produire la contraction des vaisseaux de la pie-mère en galvanisant le ganglion cervical sup

Du reste, les nerfs sympat sont pas les seuls qui agissent sur les parois des vaisseaux Ainsi M. Brown-Séquard que la section du nerf a détermine dans l'état des pavillon de l'oreille des e logues.

Magendie, M. Valentin et autres physiologistes ont vu tion du nerf trijumeau est s dilatation des vaisseaux sa la conjonctive, et les expé M. Schiff tendent également trer l'influence paralysant opération sur les vaisseaux, ment de l'œil, mais aussi d brane pituitaire (*d*).

Je citerai également à c expériences de M. Schiff sur que la section des nerfs de exerce sur la coloration d brane muqueuse de la face in cet organe. Dans l'état normal vaisseaux de cette partie

(*a*) Brown-Séquard, *Sur les résultats de la section et de la galvanisation du nerf pathique au cou* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1854, t. XXXVIII, p.
— Schiff, *De l'influence du grand sympathique sur la production de la chaleu sur la contractilité vasculaire* (*Journal hebdomadaire de médecine*, 1854, t. I, p. 4
— Kussmaul et Tenner, *Ueber den Einfluss der Blutströmung in den grossen Halses auf die Wärme des Ohrs beim Kaninchen und ihr Verhältniss zu den Wä rungen welche durch Lähmung und Reizung des Sympathicus bedingt werden Unters. zur Naturlehre*, 1857, t. I, p. 90).
— Snellen, *Experimentelle Untersuchung über den Einfluss der Nerven auf den En process* (*Archiv für die Holländischen Beiträge zur Natur und Heilkunde* von W. Berlin, 1857, t. I, p. 206).
— Callenfels, *Onderzoekingen over den invloed der Vaatzenmoen of den Bloedet Warmtegraad* (*Nederlandsch Lancet*, 1855, 3ᵉ série, t. IV, p. 689), et *Ueber den vaso-motorischen Nerven auf den Kreislauf und die Temperatur* (*Zeitschrift für Medecin*, 1855, 2ᵉ série, t. VII).

(*b*) Brown-Séquard, *Op. cit.* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1854, p. 96).

(*c*) Callenfels, *Op. cit.* (*Nederlandsch Lancet*, 1855, 3ᵉ série, t. IV, p. 753).

(*d*) Schiff, *Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystems*, 1855, t. Iᵉʳ, p. 2

ence les petits vaisseaux répandus dans sa substance
vé une grande dilatation (1).
rai que l'excitation des nerfs de la sensibilité dans
n circonscrite du corps peut même provoquer dans
s fort éloignées une action réflexe sur les vaisseaux

eu de sang, de sorte que e est blanchâtre ; mais ction de l'un des nerfs ceux du côté correspon- ent beaucoup et donnent se une couleur rouge qui ec la teinte pâle du côté et est encore plus marqué upe d'un côté de la tête ıgual et hypoglosse à la

logiste a vu aussi que chez et les Lapins, l'excitation e la portion cervicale de la ère détermine la contrac- seaux de l'oreille, comme 'avait constaté; mais que se produit plus lorsqu'on ablement les racines des nettent cette portion du bro-spinal en communi- es nerfs sympathiques du lui doit aussi plusieurs qui tendent à établir res des membres et des es de l'organisme sont ement sous la dépendance nerfs. Enfin l'ensemble de es l'a conduit à penser ce excito-motrice exercée eaux a sa source dans le cerveau et la moelle épinière, et que les ganglions sympathiques la transmettent seulement (c).

(1) Dans des expériences récentes et pleines d'intérêt, relatives à l'influence du système nerveux sur l'état du sang qui traverse les glandes, M. Cl. Bernard a trouvé que lorsqu'on a lié le filet sympathique qui se rend à la glande sous-maxillaire, le sang coule en plus grande abondance des veines de cet organe et offre une teinte vermeille ; mais que si l'on galvanise ensuite ce nerf, le sang devient noir, s'écoule plus lentement, et bientôt s'arrête même tout à fait; ce qui paraît dépendre du resserrement des petits vaisseaux. Enfin, si on lie le filet du nerf lingual qui se rend à la même glande, et qu'on le galvanise, non-seulement le sang recommence à couler à flots et offre une teinte vermeille, mais s'échappe même de la veine en formant un jet saccadé, dont les moments d'accélération sont synchroniques avec les battements du pouls : phénomènes qui indiquent l'élargissement des voies de communication entre les artères et les veines de la glande (d).

ber den *Einfluss der Nerven auf die Gefässe der Zunge* (*Archiv für Physiol.* . XII, p. 377).
l'influence du grand sympathique (*Gazette hebdomadaire de médecine*, 1854, t. I,

ersuchungen zur Physiologie des Nervensystems, 1855, p. 131.
d, *Sur les variations de couleur dans le sang veineux des organes glandulaires, at de fonction ou de repos* (*Journal de physiologie*, 1858, t. I, p. 241).

sanguins, et déterminer ceux-ci à se dilater ou à se con C'est de la sorte que les applications froides sur la nuque souvent le saignement du nez, et que dans divers cas d' rhagies internes on peut espérer de bons effets de l'en la glace à l'extérieur (1).

§ 14. — Ainsi, il est aujourd'hui bien démontré que pas seulement à raison de l'élasticité de leur tissu que les pressent sur le sang qui, lancé dans leur intérieur par l la pompe ventriculaire, est venu les distendre, mais

(1) Stock, médecin du commencement du siècle actuel, qui a beaucoup insisté sur les effets du froid sur l'organisme, cite plusieurs observations intéressantes au sujet de l'utilité des applications froides sur la peau, dans des cas d'hémorrhagies graves, soit de la membrane pituitaire, soit des reins, de l'utérus, etc. On connaît aussi des exemples de la suppression brusque des menstrues, à la suite de l'ingestion d'une quantité considérable d'eau froide dans l'estomac (*a*).

Dans ces derniers temps, M. Brown-Séquard a constaté expérimentalement que l'immersion de l'une des mains dans l'eau froide peut déterminer la contraction des vaisseaux sanguins dans la main du côté opposé (*b*), et M. Callenfels a vu qu'en pinçant l'oreille d'un Lapin, on peut déterminer la dilatation des vaisseaux dans l'oreille du côté opposé (*c*).

Ce dernier physiologiste a constaté aussi d'autres faits qui mette dence l'action nerveuse réfl contractilité vasculaire. Si l le nerf spinal chez un Lapi tion qui détermine une lég tion des vaisseaux sanguins du côté correspondant, on duire ensuite la contracti vaisseaux non-seulement e sant le bout périphérique coupé, mais aussi en exci même manière son tronç rieur qui est resté en cation avec la molle allong n'a plus de relations direct partie où l'effet s'observ donc que l'excitation ait été d'abord à l'axe cérébro-sp ait déterminé une action réflexe sur les vaisseaux de l' M. Snellen vient de répéter rier ces expériences de faço encore mieux en évidenc réflexe du système sur les

(*a*) Stock, *Medical Collections on the Effects of Cold as a Remedy in certain Dis* p. 113 et suiv.

(*b*) Brown-Séquard, *Remarques sur l'influence du froid appliqué à une petite part humain* (*Journ. de physiologie*, 1858, t. I, p. 502).

(*c*) Callenfels, *Ueber den Einfluss der vaso-motorischen Nerven auf den Kreisl Temperatur* (*Zeitschrift für rationnelle Medicin*, 1855, 2ᵉ série, t. VII, p. 191).

(*d*) Callenfels, *Op. cit.* (*Zeitschr.*, t. VII, p. 192).

se resserrer en vertu de la contractilité lente ou to-
it leurs parois sont douées, et que cette contractilité,
que celle des muscles ordinaires, est soumise à l'in-
ı système nerveux.
ı nous fournissent une explication satisfaisante de phéno-
ıt on est journellement témoin : par exemple, de la rou-
ı face et même du cou, qui se manifeste si souvent sous
ɜ d'émotions légères (1), et de la pâleur subite qui, dans

ıît voir que la dilatation
x de l'œil que Magendie
ɿuée comme une des con-
ɛ la section du nerf tri-
ne dépend pas de cette
lle-même, mais bien de
e la conjonctive par suite
sie des paupières ; car on
congestion du sang de s'y
maintenant les paupières
fermées et en préservant
ɔntact des corps étran-

ɛurs auteurs ont affirmé
res ne sont pas suscep-
ɛ́senter des phénomènes
ɛ : en effet, dans les cir-
ɔù les blancs rougissent,
ıe prennent qu'une teinte
mais cela ne tient pas
rence dans les propriétés
capillaire sous-cutané de
et dépend seulement de
le la couche de pigment
e le derme et qui masque
due à l'injection de ces
aux. Pour s'en convain-
fit d'observer ce qui se passe chez les individus de cette race qui portent à la joue une cicatrice un peu étendue. On sait qu'à la suite d'une brûlure ou d'une blessure, le réseau muqueux de la peau ne se reproduit pas ou ne se reproduit que très imparfaitement, et que les cicatrices restent blanches chez les nègres comme chez les Hommes de la race caucasique. Or, on a remarqué que sous l'influence des émotions, ces cicatrices rougissent chez les nègres, comme le ferait la joue d'un individu de race blanche (c). Chez les albinos, ce phénomène prend une grande intensité. La rougeur des pommettes chez les malades affectés de pneumonie paraît dépendre aussi d'une action nerveuse réflexe exercée par l'intermédiaire soit des pneumogastriques, soit du grand sympathique sur les vaisseaux de cette partie de la face ; mais on ne sait pas si elle est due à une dilatation simple des petits vaisseaux sous-cutanés, à une sorte d'hypérémie active, ou à un arrêt du sang déterminé par la contraction des veinules (d).

, *De l'influence de la cinquième paire de nerfs sur la nutrition et les fonctions de le physiologie*, 1824, t. IV, p. 176).
Experimentelle Untersuchung über den Einfluss der Nerven auf den Entzündungs- *ür die Holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde*, 1858, t. I, p. 210).
On the Physiology and Mechanism of Blushing. In-8, 1839.
ur la rougeur des pommettes dans la pneumonie, analysé par M. Brown-Séquard *siologie*, 1858, t. I, p. 411).

d'autres cas où le choc moral est plus intense, peut frappe visage. Si l'influence nerveuse cesse momentanément d' avec l'abondance ordinaire dans les nerfs qui animent le vaisseaux sous-cutanés de la face, le sang y pénètre e grande quantité que dans l'état normal ; et si l'excitat système nerveux s'étend à ces mêmes nerfs, la contract vaisseaux s'opère et la couleur des joues disparaît.

J'ajouterai que l'affaiblissement général de l'organism tendre à diminuer la force contractile des artères (1); degré d'irritabilité de ces vaisseaux varie beaucoup sui individus, sans que l'on puisse toujours se rendre con causes de ces variations (2).

(1) M. Wharton Jones a remarqué que chez des Grenouilles affaiblies par une longue réclusion, les petites artères étaient souvent dilatées au point d'avoir jusqu'à quatre fois leur calibre ordinaire (*a*).

Il est aussi à noter que les différences sexuelles paraissent avoir quelque influence sur le développement de l'irritabilité des parois artérielles. Ainsi, dans les expériences de Parry, la contraction des artères déterminée par le contact de l'air était beaucoup plus grande chez les Brebis que chez les Béliers (*b*).

(2) La divergence des résultats obtenus par les divers physiologistes dépend en partie de ce que très souvent l'observation des effets des stimulants a été abandonnée trop tôt ; mais d'autres fois on ne peut al non-réussite des expérienc défaut d'irritabilité. Ainsi a vu souvent les artères re plétement immobiles à la l'application de divers stimu dis que d'autres fois l'e mêmes moyens y détermina tractions très fortes ; quelq différences se sont produite deux côtés du corps d'un a mal, ou bien encore entre rameaux d'une même bran laire (*c*).

Il paraîtrait y avoir au égard, des différences sp ainsi M. Vulpian a trouvé q tractilité vasculaire est plu pée chez le Surmulot qu Chien et le Lapin (*d*).

(*a*) Wharton Jones, *On the State of Blood and Blood-vessels in Inflammation* (G *Reports*, 2ᵉ série, t. VII, p. 7).

(*b*) Parry, *Experim. Inquiry, on Arterial Pulse*, p. 76.

(*c*) Verschuir, *Dissertatio medica inauguralis de arteriarum et venarum vi irri* p. 81 à 88.

(*d*) Vulpian, *Recherches expérimentales sur la contractilité des vaisseaux*, p. *biologie*, 1858).

. — Le resserrement des artères peut être provoqué agents mécaniques aussi bien que par l'influence ner- Ainsi on a vu souvent des contractions lentes, mais ues, se manifester dans les carotides et d'autres troncs ibre considérable dont on irritait les parois en les ra- ec un scalpel ou en les piquant avec une aiguille (1) ; Action des stimulants mécaniques sur les artères.

schuir, qui fut un des pre- bien constater l'existence alté contractile dans les ar- dans une de ses expériences n Chien, la fémorale se res- space en espace après qu'il lé les parois de ce vaisseau clant avec un scalpel. En e la même manière la caro- létermina aussi des contrac- les (a).

on, en irritant avec la pointe uille les petites artères de d'une Grenouille, est par- ieurs fois à provoquer une n complète de ces vais- .

s a obtenu tantôt une con- linéaire, tantôt un resserre- z étendu, en irritant méca- it diverses artères, telles que ile et les mésentériques, ou aorte abdominale, chez le Chien et le Lapin (c). En gé- phénomène ne se manifestait ut de cinq minutes ; quelquefois seulement au bout de quinze à vingt minutes.

Reinarz et Burdach ont vu des tronçons d'artères de Bœuf et de Cheval, détachés du corps, se resserrer sur des cylindres de cire d'un diamètre égal à leur calibre qu'on avait introduits sans effort dans ces vaisseaux (d).

M. Wharton Jones a vu que, sous l'influence d'une légère pression exercée avec un instrument mousse, les artérioles de la palmure des pattes, chez la Grenouille, se contractent promptement, mais ne tardent que peu à reprendre leur calibre ordinaire. Des effets semblables sont produits par l'application d'une goutte d'eau froide ou d'un courant galvanique très faible (e).

Enfin, tout dernièrement M. Marey a appelé de nouveau l'attention des physiologistes sur les phénomènes de contraction déterminés dans les petits vaisseaux de la peau par une irritation mécanique (f).

huir, *De arteriarum et venarum vi irritabili*, p. 89 et suiv.
omson, *Traité médico-chirurgical de l'inflammation*, p. 57.
gs, *Disputatio phys. inaug. de vi contractili vasorum*. Edinb., 1818.
eatise on Inflammation of the Mucous Membrane of the Lungs, to which is prefixed ental Inquiry respecting the Contractile power of the Blood-vessels, etc.*, 1820, p. 24

ch, *Traité de physiologie*, t. VI, 353.
ton Jones, *Op. cit.*, p. 9.
, *Mémoire sur la contractilité vasculaire* (*Ann. des sciences nat.*, 1858, 4e série,
.

et ces effets sont plus faciles à produire dans les branches artérielles que dans les gros troncs que je v nommer (1).

Action du froid, etc.

L'action locale du froid détermine aussi le resserren petites artères (2), et une chaleur très forte produit de

(1) M. Vulpian a trouvé que la contraction des vaisseaux est plus facile à exciter à l'aide de stimulants mécaniques qu'au moyen de l'électricité, et que chez le Chien cette propriété est peu développée dans les grosses branches de l'artère mésentérique, mais le devient beaucoup dans les petites divisions du même vaisseau, et augmente à mesure qu'on se rapproche de la terminaison de celles-ci dans les parois de l'intestin (*a*).

(2) L'utilité des applications froides sur les blessures pour y arrêter l'écoulement du sang n'a pas échappé à l'observation du vulgaire, et paraît avoir été connue depuis longtemps même des sauvages de l'Amérique septentrionale (*b*). Cullen, dont l'autorité était très grande parmi les médecins du siècle dernier, préconisait le froid comme le plus puissant des astringents auxquels on peut avoir recours dans les cas d'hémorrhagie (*c*); et c'est principalement à raison de la contraction seaux sanguins produite agent, que l'on peut se rend des succès obtenus par plus rurgiens de nos jours, qui, d'opérations ou de blessure cours aux topiques réfrigér empêcher l'inflammation de rer dans la partie lésée (*d*).

C'est aussi par suite d striction déterminée dans artères par le contact de que souvent, dans des chirurgicales telles que l'a sein et les amputations, que des petits vaisseaux à l'attention du chirurg donnent pas de sang lorsq commence le pansement mais ne tardent pas à source d'une hémorrhag tante dès que, le panse achevé et le malade replac lit, la chaleur générale du

(*a*) Vulpian, *Recherches expérimentales sur la contractilité des vaisseaux, etc.*, (*Mém. de la Soc. de biologie*, 1858).

(*b*) Stock, *Medical Collections on Effects of Cold*, 1805, p. 109.

(*c*) Cullen, *First Lines of the Practice of Physic*, 1784, t. II, p. 316.

(*d*) A. Bérard, *Mém. sur l'emploi de l'eau froide comme antiphlogistique dans le t maladies chirurgicales* (*Archives générales de médecine*, 1835, 2e série, t. VII, p.

— Baudens, *Des règles à suivre dans l'emploi de la glace après l'opération d* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1845, t. XLI, p. 264).

— *Souvenirs d'une mission médicale à l'armée d'Orient*, p. 46 et suiv. (extr. d *Deux-Mondes*, août 1857).

— Chassaignac, *Mém. sur les hémorrhagies des cavités muqueuses; nouveau m tion de la glace dans ces hémorrhagies* (*Archives générales de médecine*, 1851, 4e s p. 129).

— Magne, *Sur les heureux effets de la glace appliquée sur l'œil immédiatemen ration de la cataracte par abaissement* (*Gazette médicale*, 1855, p. 595).

;ues, tandis que sous l'influence d'une chaleur modérée
it ces vaisseaux augmenter de calibre (1).

Influence du contact de l'air.

ıter a reconnu que l'excitation produite par le contact de
ır la surface externe d'une artère suffit pour déterminer
e vaisseau un resserrement lent, mais très persistant (2),

ı constriction de ces vaisseaux.
rêter les hémorrhagies de ce
on est quelquefois obligé de
e la plaie à nu, afin de lier
res dont l'ouverture est res-
ınte ; mais alors l'action de
id produit de nouveau la con-
ı de ces vaisseaux et en rend
erche très difficile, de façon
fois quelques-uns d'entre eux
traient encore à l'œil de l'o-
r, et que les mêmes acci-
e renouvellent plusieurs fois
e. Mais les chirurgiens savent
ıe pour arrêter cet écoulement
g, il suffit souvent de faire
ılications froides sur la partie

'ann a fait quelques recherches
contraction des artères par
du froid. Dans une de ses
nces, il étala sous le micros-
mésentère d'un Crapaud, et
ensuite quelques gouttes d'eau
: une des branches artérielles,
it 0lig.,0724 de diamètre avant
ation du froid, se resserra de
ı n'avoir au bout de quinze
s que 0lig.,0276 ; puis se dilata
ıeu, et en répétant l'instilla-
e l'eau froide, on vit repa-
a contraction plusieurs fois de
).

Des phénomènes du même ordre se manifestent avec plus d'intensité dans les vaisseaux capillaires, ainsi que nous le verrons dans une des prochaines Leçons.

(1) Marshall-Hall a constaté qu'un phénomène analogue à la contraction tétanique dont les muscles de la Grenouille sont saisis quand on plonge un de ces Animaux dans un bain à la température de 49 degrés, se manifeste sous la même influence dans les parois des artères, et il a rapporté cette expérience comme un argument en faveur de l'opinion de ceux qui attribuent un pouvoir musculaire à ces vaisseaux (b).

(2) « Si l'on divise une artère transversalement, ou si l'on se borne à la dénuder, dit Hunter, on observe qu'elle se contracte par degrés jusqu'à ce que sa cavité soit entièrement oblitérée ; mais si on la laisse dans cet état de contraction jusqu'après la mort de l'Animal, et qu'alors on la dilate de manière à dépasser ce qui constitue l'état de repos du tissu élastique, elle ne se resserre ensuite qu'autant qu'il faut pour revenir à cet état, et ce retrait s'opère immédiatement, mais n'est pas égal à celui dont l'artère est capable pendant qu'elle est vivante. L'artère tibiale

ıwann, art. GEFÆSSE (*Encyclopædische Wörterbuch*, p. 229).
rshall-Hall, *A Critical and Experimental Essay on the Circulation of the Blood*, 1831,

et beaucoup d'autres physiologistes ont été témoins d
phénomène.

Influence des agents chimiques.

Les stimulants chimiques sont plus puissants pour e
contraction des artères (1), et c'est en grande partie

postérieure d'un Chien ayant été mise à découvert, son volume fut déterminé, et l'on observa qu'elle se contracta tellement en un court espace de temps, qu'elle offrit un obstacle presque complet au passage du sang, et que lorsqu'on l'eut divisée, le sang ne fit que suinter par le bout du vaisseau. On dénuda de même l'artère carotide et l'artère crurale, et l'on suivit attentivement les changements qui s'opérèrent dans ces vaisseaux, tandis qu'on laissait couler le sang de l'Animal jusqu'à la mort; or, on remarqua que ces artères devinrent évidemment de plus en plus petites (a). »

La contraction des artères au contact de l'air a été observée aussi par Fowler, Jones, Hastings et beaucoup d'autres physiologistes (b).

(1) Haller et ses disciples ont vu la constriction des artères se produire quand on applique sur ces vaisseaux des acides énergiques, notamment l'acide sulfurique ; mais on pouvait penser que ces changements étaient dus seulement à quelque altération chimique dans la substance des parois vasculaires (c). Une des expériences faites par Hastings tend à prouver le contraire : en physiologiste, en touchant fémorale d'un Chat avec d nitrique, a vu ce vaisseau se immédiatement ; mais, bie marque jaune produite par l de cet agent persistât sur l artérielle externe, la contract dans l'espace de quelques he ne pouvait donc attribuer c une modification chimique d stance des parois vasculaires, produit de la sorte aurait été nent (d). Du reste, Verschu déjà remarqué que l'acide ne détermine pas le même r ment de ces vaisseaux sur le que chez les Animaux vivant

Thomson a constaté par cent expériences que l'amm faible appliquée sur la peau digitale des Grenouilles dé presque toujours très prom la contraction des artères centes (f). Mais Hastings, qu avoir fait usage d'ammoniaq centrée, a vu ce réactif provoq fois la dilatation de ces va tandis que d'autres fois il a des contractions (g).

Hastings a déterminé une

(a) Hunter, *Traité du sang, de l'inflammation*, etc. (*Œuvres*, t. III, p. 185).
(b) Fowler, *Disput. inaug. de inflammatione*.
— Jones, *De arteriæ sectæ consecutionibus*, p. 29.
— Hastings, *Treat. on the Inflam. of the Mucous Membrane of the Lungs*, p. 28.
(c) Haller, *Dissert. sur l'irritabilité* (*Mém. sur les parties sensibles et irrit.*, t. I, p. 5
(d) Hastings, *Op. cit.*, p. 28.
(e) Verschuir, *Dissert. de arteriarum et venarum vi irritabili*, p. 90.
(f) Thomson, *Traité méd.-chir. de l'inflammation*, p. 56.
(g) Hastings, *Op. cit.*, p. 28 et 30.

té que dépend l'action utile des astringents et d'autres s dont les chirurgiens font parfois usage pour arrêter les hagies (1).

l'état physiologique, ces vaisseaux tendent toujours à se

ue complète dans les petites terdigitales de la Grenouille, liquant de l'essence de téré- (a).

ntact d'une dissolution de ate d'ammoniaque provoque il une contraction considé- petits vaisseaux, mais quel- ne dilatation.

arton Jones a trouvé qu'une ution de sulfate d'atropine , appliquée sur la peau de la e, détermine dans les arté- s-cutanées une contraction a suite de laquelle ces vais- reviennent à leur calibre que très graduellement (b).

a trouvé que la teinture étendue d'eau prodnit un nent très remarquable des seaux, mais il n'a fait ses s que sur des parties affec- mmation (c).

le ergoté et l'ergotine que trait paraissent exercer une s puissante sur la contrac- vaisseaux sanguins. Dans ience faite par M. Chaval- hambéry, l'artère crurale ayant été ouverte, donna sang de la grosseur d'une plume d'oie ; mais un tampon de charpie imbibé d'une dissolution d'ergotine ayant été appliqué sur la plaie, le vaisseau s'est oblitéré au bout de cinq minutes, et l'hémorrhagie a cessé. Des effets analogues ont été obtenus en expérimentant sur l'artère crurale et sur la carotide d'un Mouton (d).

(1) Les topiques employés pour arrêter l'écoulement du sang, et appelés *hémostatiques*, agissent pour la plupart en déterminant tout à la fois la constriction des orifices béants des petits vaisseaux et la formation d'un caillot à l'extrémité de ceux-ci. L'eau de Rabel (qui est un mélange d'acide sulfurique et d'alcool) remplit ces indications, et l'alun est un des ingrédients les plus puissants de la plupart de ces eaux hémostatiques. L'acétate de plomb exerce une influence analogue sur les petits vaisseaux sanguins. Dans ces derniers temps on a beaucoup vanté l'emploi du matico, substance qui provient d'un arbre de la famille des Pipéritées, qui croît en Bolivie, et qui a reçu les noms d'*Artanthe elongata* ou de *Stephensia elongata* (e).

s, *On the Inflamm. of the Mucous Membrane of the Lugs*, p. 56.

n Jones, *On the State of the Blood and Blood-vessels in Inflammation* (*Guy's hosp.* II, p. 8).

, *Note sur l'inflammation* (*Mém. de la Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève*, p. 146).

n, *Note sur l'application de l'ergotine dans les hémorrhagies externes* (*Comptes Académie des sciences*, 1845, t. XXI, p. 53). — *Nouvelles expériences sur l'action dans les hémorrhagies externes* (*Comptes rendus*, t. XXI, p. 490).

e, *De la valeur du matico comme hémostatique* (*Bulletin de thérapeutique*, 1851,).

Influence du volume du sang.

resserrer et à presser sur le sang contenu dans leur intérieur, de sorte que leur capacité est subordonnée à la quantité de liquide ainsi renfermé, et qu'ils se vident quand le cœur cesse de leur en envoyer.

Ce resserrement de tout le système artériel est manifeste dans les cas d'hémorrhagie abondante (1).

Le même phénomène se produit d'une manière locale, lorsqu'à l'aide d'une ligature on interrompt la communication entre le cœur et une portion du système artériel. En aval du point oblitéré, le vaisseau se rétrécit et se vide complétement.

Influence de la fatigue.

§ 16. — Il est aussi à noter que le développement d'une contraction énergique dans les parois artérielles, de même que dans les autres parties irritables de l'organisme, est presque toujours suivi d'un affaiblissement temporaire de la puissance vitale de l'organe, lequel se décèle ici, non-seulement par une diminution de l'excitabilité (2), mais aussi par une dilatation

(1) Dans une expérience faite sur une Brebis par Parry, la circonférence de l'artère carotide qui, primitivement, était de $\frac{288}{1000}$ de pouce, se réduisit dans les proportions suivantes après chaque saignée de 250 grammes de sang :

288, 250, 235, 233, 222, 201, 191, 161, 160.

A ce moment l'Animal mourut d'hémorrhagie, et la tonicité du vaisseau venant à se perdre graduellement, les mêmes mesures donnèrent :

5 minutes après la mort.	212
4 heures ½ après la mort	234
11 heures ½ après la mort	232
28 heures après, la même dimension (a).	

Dans une des expériences faites par Parry, la carotide d'une Brebis fut dénudée, et sa circonférence, mesurée avec soin, était égale à $\frac{221}{1000}$ de pouce. Après une heure d'exposition à l'air, elle s'était retirée au point de n'avoir plus, vers le milieu de la portion dénudée que $\frac{111}{1000}$ (b).

(2) L'épuisement de l'irritabilité par le fait de l'exercice de cette faculté s'est manifesté dans une des expériences de Thomson. A l'aide de l'application locale d'un peu d'ammoniaque affaiblie, il détermina dans l'espace de moins d'un quart d'heure quatre contractions dans certaines artères sous-cutanées de la patte d'une Grenouille ; la cinquième application du stimulant ne provoqua plus de mouvements dans ces vaisseaux, mais les artères voisines qui n'avaient pas été excitées

(a) Parry, *Experim. Inquiry into the Nature of Arterial Pulse*, p. 38 et suiv.
(b) Idem, *ibid.*, p. 37.

vaisseau. Ce relâchement des parois est surtout
s les très petites artères, et, sous l'influence de
s, il peut se déclarer directement sans avoir été
ontractions (1); il se produit d'autant plus vite,
on a été plus puissante, et sur les vaisseaux qui
bles, tels que les petites branches sous-cutanées,
n'est bien distincte que sous l'influence des stimu-
andis que la dilatation est un effet presque immé-
itation vive (2).

Différence dans l'action des stimulants faibles et puissants, etc.

rvaient leur irrita-

Wedemeyer avaient
ie lorsqu'une artère
sous l'influence de
it, l'emploi renou-
oyen ne produit que
et (b).
observé ces phéno-
nière très distincte
l'ammoniaque sur
erdigitale de la Gre-
dilatation consécu-
rimitive des petits
considérable, quand
solution de chlor-
iaque, et, lorsqu'ils
la sorte, ils se res-
au sous l'influence
froides, de l'al-

me solution de sel
ne aussi une dilata-
dans les petits vais-
les expériences de

M. Wharton Jones ce phénomène a été souvent précédé d'une contraction momentanée des artérioles.

L'action locale d'un mélange de teinture d'opium et d'une solution de sulfate de cuivre détermine cette dilatation sans contraction préalable (d).

(2) Les recherches récentes de M. Marey sur la contractilité vasculaire ont conduit ce jeune physiologiste à penser que les variations dans les effets dus à l'excitation des artérioles dépendent, d'une part, du degré d'intensité du stimulant, et, d'autre part, du degré d'excitabilité du vaisseau;

Qu'une excitation modérée tend toujours à faire contracter les vaisseaux;

Qu'une excitation forte tend à les dilater par suite d'une sorte d'épuisement d'innervation comparable à la fatigue qui suit l'exercice musculaire;

Enfin, que la répétition fréquente

é méd.-chir. de l'inflammation, p. 56.
rt. de arteriarum et venarum vi irritabili, p. 84.
tersuchungen über der Kreislauf des Blutes, p. 242.
Inflamm. of the Mucous Membrane, p. 54 et suiv.
Op. cit. (*Guy's Hospital Reports*, vol. VII, p. 9).

Relâchement des artères.

A la suite d'une contraction très intense ou très prolongée, telle qu'on en voit se manifester par l'action stimulante d'un fort courant d'induction, le relâchement des parois artérielles peut même devenir si considérable, que, sous l'influence de la pression exercée par le sang, la portion du vaisseau ainsi affaibli se dilate au point d'offrir le double de son diamètre ordinaire et quelquefois prend l'apparence d'une petite poche anévrysmale (1).

de l'excitation tend à émousser l'irritabilité de ces organes et les rend plus difficiles à exciter.

Ainsi, quand en appuyant légèrement sur la peau avec un corps mousse, on y trace une ligne, on chasse mécaniquement le sang des vaisseaux que l'on comprime, et la ligne devient pâle pendant une seconde ; mais le sang ne tarde pas à revenir, et la peau reprend sa teinte normale. Cependant, vingt ou trente secondes après, la ligne blanche reparaît comme la première fois et persiste davantage. Quelquefois elle dure plus d'une minute, et elle dépend évidemment d'une contraction des petits vaisseaux correspondants qui, excités par la pression, ont réagi contre cette excitation et se sont contractés lentement. Si, en traçant cette ligne, on appuie davantage ou si l'on fait usage d'un instrument un peu aigu, de façon à produire une légère douleur, on détermine l'apparition d'une traînée rouge sur chaque côté de laquelle se montre un liséré blanc ; phénomène qui s'explique par la dilatation des petits vaisseaux là où ils ont été fortement excités, et leur contraction dans les parties adjacentes où leur excitation a été moins vive.

M. Marey a remarqué aussi que le premier effet de l'électricité appliquée à dose modérée sur la peau au moyen de houppes métalliques est une contraction des vaisseaux du derme, tandis que l'effet d'un courant plus fort ou plus prolongé est une dilatation des mêmes vaisseaux.

(1) Ce fait de la dilatation anormale d'une portion d'artère à la suite d'une contraction excessive a été constaté sur les vaisseaux mésentériques de la Grenouille par les frères Weber (a), et me semble de nature à jeter beaucoup de jour sur la formation de quelques-uns de ces élargissements permanents, connus sous le nom d'*ectasies*, qui se remarquent parfois sur certains points des petites branches du système artériel chez l'Homme, et qui ont été l'objet d'une étude très approfondie de la part de M. Virchow (b).

(a) Ed. und E. H. Weber, *Ueber die Wirkungen, welche die magneto-elektrische Reizung der Blutgefässe bei lebenden Thieren hervorbringt* (Muller's *Archiv. für Anat. und Physiol.*, 1847, p. 235).

(b) Virchow, *Ueber die Erweiterung kleinerer Gefässe* (*Archiv für pathologische Anat. und Physiol.*, 1851, t. III, p. 427).

; ajouter que par l'effet de l'habitude l'irritabilité des sanguins s'émousse. Ainsi l'action du froid, qui pro- ne contraction marquée dans les artérioles de la peau ion du corps qui est d'ordinaire bien abritée contre les ; de température, restera sans influence appréciable isseaux d'une partie qui est accoutumée à subir l'im- de l'air extérieur (1).

Influence des contractions partielles et du relâchement des artérioles sur la circulation locale.

— Les variations qui peuvent survenir dans le calibre es d'une portion très circonscrite de l'organisme, et léterminées soit par les nerfs, soit par toute autre nt de nature à influer beaucoup sur la manière dont le 'cule. En effet, si la branche artérielle qui se rend à ı capillaire vient à se contracter de façon à n'avoir ement que la moitié ou le quart de son diamètre , elle débitera beaucoup moins de liquide dans un temps : si les canalicules dans lesquels elle va se terminer ıt leurs dimensions primitives, le sang ne coulera plus :-ci avec la vitesse accoutumée et pourra tendre à y agnant. Enfin si le resserrement partiel des artérioles pagné d'un relâchement ou défaut de contractilité dans suivante du même système de petits vaisseaux, le nsi produit s'aggravera, et la stase du sang dans les

ey a appelé dernièrement es physiologistes sur cet ı, et a cité un assez grand :xemples d'amoindrisse- ıtabilité des parois vascu- ıuite de ce qu'il nomme ıce aux excitations. egré d'excitation méca- produirait sur le dos de ıne ligne blanche due à ın des petits vaisseaux sous-jacents détermine sur la peau de l'épigastre une ligne rouge lisérée de blanc, comme dans le cas où sur la main on froisse fortement les téguments. M. Marey explique de la même manière les différences qui s'observent dans les effets produits sur les petits vaisseaux sous-cutanés par une application froide portée sur la peau du corps ou sur la peau des mains ou de la face (a).

n. *sur la contractilité vasculaire* (*Ann. des sciences nat.*, 1858, 4e série, t. IX,

capillaires deviendra plus complète. Or ce sont là précisément les phénomènes qui s'observent au début de l'état morbide que les pathologistes désignent sous le nom d'inflammation (1). L'harmonie normale cesse alors d'exister entre le degré de tonicité des diverses portions du système vasculaire de la partie malade. Le rétrécissement spasmodique de l'artériole dans une certaine étendue de ce vaisseau détermine un ralentissement de la circulation dans les capillaires qui en dépendent, et si d'autres influences, dont j'aurai bientôt à parler, viennent concourir à entraver la marche du sang en aval du détroit ainsi formé, les globules que ce liquide charrie ne tardent pas à s'y agglomérer et à boucher le passage; puis la partie du vaisseau qui s'était contractée tombe dans l'état d'atonie qui suit toujours une action désordonnée, et se dilate de façon à verser une quantité extraordinaire de sang dans les capillaires ainsi engorgés. Quelquefois cet afflux de liquide suffit pour vaincre l'obstacle, pour désagréger les amas de globules et rétablir le mouvement circulatoire dans les vaisseaux obstrués (2); mais d'autres fois il ne produit pas ce résultat et ne fait qu'accumuler de nouveaux globules contre les agglomérations déjà formées, et dilater davantage les capillaires en amont de l'obstacle, de façon à étendre les limites du mal. Ces phénomènes sont loin de constituer à eux seuls l'état de phlogose, et l'excitation locale qui

(1) La dilatation des capillaires dans l'inflammation a été révoquée en doute, ou même niée par quelques pathologistes, mais est bien réelle. Les observations de Emmert, de M. Lebert et de M. Brücke ne laissent aucune incertitude à cet égard (a). Ce phénomène contribue beaucoup à la production de la rougeur, qui est un des caractères de l'état inflammatoire; mais cette coloration est due aussi en grande partie à l'accumulation des globules hématiques dans les capillaires malades, ainsi que nous le verrons plus en détail dans la trente-sixième Leçon.

(2) C'est ce qui a lieu lorsque l'inflammation se dissipe ou se résout, pour employer ici le terme technique.

(a) Emmert, *Beitr. zur pathol.* (voy. Henle, *Bericht. Zeitschr. für rationn. Med.*, 1846, t. II, p. 34).
— Lebert, *Physiologie pathologique*, 1845, t. I, p. 7.
— Brücke, *Bemerkungen über die Mechanick des Entzündungsprocesses* (*Sitzungsberichte der Akad. der Wissenschaften zu Wien*, 1849, t. III, p. 131).

ıinc est la source d'autres désordres physiologiques n'avons pas à nous occuper en ce moment, mais ils ɔmbre des caractères les plus importants du travail oire, et ils amènent souvent de grandes modifications ɔrme et dans le mode d'action des vaisseaux affecnsi il n'est pas rare de voir les artérioles perdre de la disposition cylindrique, et devenir moniliformes par rétrécissements et des dilatations qui alternent entre en encore simuler des espèces de poches anévrys-roscopiques (2).

Contractions rhythmiques de quelques artères.

— Dans l'immense majorité des cas, la contraction ıtion des artères ne se font que très lentement et rien de rhythmique; mais il n'en est pas toujours chez certains Mammifères quelques-uns de ces vais-grandissent et se resserrent alternativement d'une ssez régulière. Le professeur Schiff (de Berne) a dé-curieux phénomène dans les vaisseaux sous-cutanés e chez le Lapin, et il le considère comme venant en

constriction initiale des ıi conduisent à un point lammatoire se déclare, et ment du cours du sang te dans les capillaires si-, ont été constatés d'abord :ke, professeur de physio-ıe, puis par MM. Paget et ɔnes à Londres, et par Paris (a).

ilatations circonscrites et en forme d'ampoules paraissent ne pas avoir échappé à l'attention de Leuwenhoeck (b), et constituaient probablement une partie des petites tumeurs vasculaires dont Haller a parlé sous le nom d'*anévrysmes vrais* (c); mais celles-ci n'ont pas toujours ce mode d'origine, et la nature n'en est bien connue que depuis la publication des observations de MM. Kölliker et Hasse, Virchow, etc. (d).

Op. cit.
ctures on the Surgical Pathology, 1853, t. I, p. 302, etc.
Jones, *Op. cit.* (*Guy's Hospital Reports*, 2e série, t. VII).
ém. sur les changements vasculaires que provoque la localisation inflamma-la Société de biologie, 1852, t. IV, p. 84).
oeck, *Experimenta et contemplationes* (*Arcana Naturæ*, t. II, p. 179).
ém. sur le mouvement du sang, p. 9.
et Hasse, *Ueber blutkörperchenhaltige Zellen* (*Zeitschr. für Wissensch. Zool.*, 260).
, *Op. cit.* (*Archiv für patholog. Anat. und Physiol.*, 1851, t. III, p. 427).

aide aux mouvements du cœur; mais les changements de dans les artères de cette partie me semblent, au con devoir retarder plutôt qu'accélérer le cours du sang (1).

Fonctions de la tunique moyenne des artères.

§ 19. — L'élasticité et la contractilité des artères son à la tunique moyenne de ces vaisseaux, tunique que nous déjà vue se composer de fibres de tissu jaune et d'élé musculaires (2). La force de résistance des parois arté dépend aussi principalement de cette couche moyenne, e circonstance nous fait comprendre comment ces tubes

(1) M. Schiff a trouvé que ces dilatations périodiques commencent dans les branches artérielles situées à la base du pavillon de l'oreille, et s'étendent ensuite aux ramuscules et aux veines. Les contractions suivent la même direction, et ces états alternatifs se succèdent plus ou moins rapidement, suivant la température extérieure et diverses autres circonstances. La contraction de ces artères peut être provoquée par des stimulants mécaniques aussi bien que par le galvanisme; et, chose importante à noter, quand on pince une des oreilles, l'effet produit n'est pas seulement local, mais se manifeste aussi dans l'oreille du côté opposé. M. Schiff a observé le même phénomène quand il pinçait fortement une des pattes de l'Animal ou quand il l'effrayait (*a*).

M. Van der Beke Callenfels a répété les expériences de M. Schiff, et a constaté également ces changements périodiques dans le calibre des vaisseaux de l'oreille externe du Lapin; mais il n'a observé ni la ré ni la fréquence de ces mou annoncés par le professeur de Dans ses expériences, chaq de contraction ou de dilatati rait une minute ou davanta dis que M. Schiff a vu les ments se répéter plusieurs f le même espace de temps. Qu est froid, les vaisseaux reste quefois contractés pendant p heures; mais quand la temp atmosphérique est élevée, l'éta latation est prédominant (*b*).

MM. Donders, Hoppe et C ont fait remarquer avec rai ces mouvements rhythmiques vent pas contribuer à accél circulation du sang dans les v de l'oreille, car ils se propage coup plus lentement que ne le courant déterminé par l'ac cœur.

La contractilité de ces vaissea étudiée aussi par M. Vulpian (

(2) Voyez ci-dessus, tome III,

(*a*) Schiff, *Ein accessorisches Arterienherz bei Kaninchen* (*Arch. für physiol. Heilkund* t. XIII, p. 521).

(*b*) J. Van der Beke Callenfels, *Ueber den Einfluss der vaso-motorischen Nerven auf de lauf und die Temperatur* (*Zeitschr. für rationnelle Medicin*, 1855, 2ᵉ série, t. VII, suiv.).

(*c*) Vulpian, *Sur la contractilité des vaisseaux de l'oreille du Lapin* (*Compte rendu de de biologie*, 1856, 2ᵉ série, t. III, p. 183).

laissent distendre par le sang, et se transforment me vaste poche, lorsque, dans un point de leur éten- trouvent réduits à leurs tuniques interne et externe, te d'une blessure et de la non-cicatrisation de la plaie tunique moyenne, soit par l'effet d'une sorte d'ul- e celle-ci. On donne à ces dilatations artérielles le *rysmes*, et il arrive souvent que les chocs répétés du e leurs parois, après en avoir déterminé l'amincisse- ffectuent la rupture, accident qui amène d'ordinaire rhagie mortelle.

ssi à raison des propriétés physiologiques de cette yenne que dans certains cas une artère divisée se tanément et cesse de livrer passage au sang, qui n échappait comme un torrent; mais le retrait de ne suffit que rarement à produire à lui seul l'occlu- isseau, et dans la plupart des cas la coagulation du les lèvres de la plaie contribue aussi pour beaucoup ssion de l'hémorrhagie (1).

Il est facile de comprendre que de légères variations ssance contractile des artères doivent influer sur le es pulsations dont ces vaisseaux sont le siége. Si les Influence sur le pouls.

s plaies d'armes à feu, dans les cas où un emporté par un boulet rive parfois que l'artère ntracte si fortement à , que le sang ne peut et n'y constitue qu'un e (*a*) ; mais dans la s où une grosse artère transversalement, son extrémité reste béante, et c'est par suite de la formation d'un caillot qu'elle s'oblitère. Le mécanisme de ce travail curatif a été étudié, pour la première fois, par un des chirurgiens les plus célèbres du siècle dernier, J.-L. Petit (*b*). Vers la même époque, Morand, tout en méconnaissant l'importance des résultats constatés par son devancier, enrichit la science de

the Diseases and Injuries of Arteries, 1830, p. 224.
Dissertation sur la manière d'arrêter le sang dans les hémorrhagies (*Mém. de* *s*, 1731, p. 85). — *Second Mémoire sur la manière d'arrêter des hémorrha-* *ux observations qui prouvent que le sang s'arrête par un caillot* (*Mém. de* *es*, 1732, p. 388).

parois vasculaires sont à la fois très irritables, mais inca de résister fortement à l'impulsion produite par le choc d contre leur surface interne, elles céderont beaucoup sou fluence de chacune des ondées lancées par le cœur, et r dront promptement sur elles-mêmes dès qu'elles auro

nouveaux faits relatifs à la contractilité de ces vaisseaux (*a*); Kirkland et quelques autres physiologistes firent également des travaux sur ce point important; mais ce sont principalement les expériences de J. Jones, de P. Béclard et d'Amussat, qui ont complété les recherches commencées si heureusement par J.-L. Petit.

Lorsqu'une artère d'un calibre considérable a été complétement divisée en travers, elle se raccourcit et se contracte tout en restant béante; mais sa tunique externe se retire beaucoup moins que sa tunique moyenne et sa membrane interne, et le sang ne tarde pas à y adhérer en se coagulant. Une sorte de bourrelet se constitue ainsi et se rétrécit de plus en plus par l'addition de nouveaux dépôts de sang coagulé, jusqu'à ce qu'enfin il forme une espèce de bonnet ou de capuchon qui recouvre l'extrémité du vaisseau et adhère à ses parois. Ce couvercle arrête l'hémorrhagie et détermine la formation d'un autre caillot intérieur, ou *bouchon*, qui est conique et s'étend

dans l'intérieur du vaisseau j niveau de la première bran térale de celui-ci, mais a que faiblement à ses parois, tarderait pas à être expulsé sang, si le caillot extérieur o chon n'existait pas. L'inflai adhésive peut ensuite s'étab la plaie, et la portion de l'ar est occupée par le caillot se c alors graduellement, et finit pa térer complétement et se tra en un cordon ligamentiforme arrive d'ordinaire que le cai au torrent circulatoire avant travail de consolidation se s plété, et qu'une nouvelle hém se déclare. Aussi, dans les c section d'une artère d'un ca peu considérable, faut-il avoir recours à la ligature, pression, ou quelque autre analogue, pour prévenir des a funestes.

Lorsqu'une artère n'a été qu'à moitié, la rétraction d de la plaie, au lieu de contrib

(*a*) Morand, *Sur les changements qui arrivent aux artères coupées* (*Mém. de l sciences*, 1736, p. 321).

— Pouteau, *Mélanges de chirurgie*, 1760, p. 299 et suiv.

— Kirkland, *Essay on the Method of Suppressing Hemorrhage from Divided Arteri*

— J. F. Jones, *A Treatise on the Process employed by Nature in Suppressing the H from Divided and Punctured Arteries*, 1810.

Béclard, *Recherches et expériences sur les blessures des artères* (*Mém. de la So d'émulation*, 1817, t. II, 2e partie).

Amussat, *Nouvelles recherches expérimentales sur les hémorrhagies traumati de l'Acad. de médecine*, 1836, t. V, p. 68). — *Recherches expérimentales sur les bl artères et des veines* (extr. du *Journal de chirurgie* de Malgaigne, 1843).

ce stimulant mécanique. Les battements du pouls
; plus grands que dans l'état normal, et pourront
ıir visibles à l'œil là où ils étaient d'ordinaire à peine
; au toucher (1). Si, par suite du relâchement de

ration, ne peut que la
ante ; par conséquent,
e ce genre est souvent
e que la section com-
au, et c'est pour cette
ois le chirurgien trouve
iser complétement une
: ouverte de la sorte.
noter que les tuniques
enne des artères sont
ne la tunique externe,
plique une ligature sur
isseaux, on les rompt
. L'extrémité divisée se
e sang, retenu par la
tificielle de la tunique
agule ; puis le cul-de-
it se resserre peu à peu
blitère. On peut déter-
mes effets en tordant
ère de manière à briser
ses deux tuniques in-
:hirer sa gaîne externe.
détails à ce sujet, je
recherches de J. Jones,
d'Amussat, citées ci-

augmentation dans la
oscillations pulsatiles
:ut être déterminée à
ction locale de certains
vaisseaux. Ainsi, dans
de Hastings, l'applica-
ıniaque sur l'aorte ven-
ıin a été suivie immé-diatement de battements très étendus dans ce vaisseau. Ce physiologiste a constaté aussi que les mouvements du pouls devenaient visibles à l'œil dans l'artère carotide du Cheval, lorsqu'il y appliquait le même réactif. Des pulsations beaucoup plus fortes que d'ordinaire se sont manifestées aussi dans l'aorte d'un Chien après que les parois de ce vaisseau eurent été excitées mécaniquement (*a*).

Peut-être faudrait-il rapporter à un excès dans l'irritabilité des parois artérielles le phénomène du pouls double qui a été observé par plusieurs pathologistes, et qui est connu sous le nom de *pouls dicrote*. Ainsi Parry rapporte l'exemple d'un jeune homme dont chaque systole du cœur correspondait à deux battements du pouls dans l'artère radiale du côté droit, toutes les fois que la circulation était accélérée. L'un de ces battements était évidemment produit par la contraction du ventricule gauche du cœur, et celui qui coïncidait avec la diastole ventriculaire dépendait peut-être de l'impulsion imprimée au sang par la réaction des parois artérielles qui, au lieu d'être lente et graduelle comme d'ordinaire, était brusque. Parry cherche à expliquer ce double battement par la locomotion du vaisseau, mais le raisonnement qu'il fait à ce sujet me paraît peu satisfaisant (*b*).

flamm. of the Mucous Membrane of the Lungs, p. 28.
rim. Inquiry on the Nature of Arterial Pulse, p. 134.
ls dicrote, voyez aussi Virchow, *Die Lehre vom Arterienpuls*, p. 184 et suiv.

leurs parois, les artères deviennent moins capables de réagir contre le courant qui tend à les dilater, il est évident aussi que la transformation du mouvement intermittent développé par les contractions du cœur, en un mouvement continu, ne s'effectuera pas aussitôt que de coutume, et que les saccades du sang en circulation se feront sentir au delà du point où le pouls cesse généralement d'exister (1). Or toutes ces variations dans la manière d'agir des parois vasculaires se lient à certains états physiologiques, et c'est pour cette raison que le médecin, en étudiant les mouvements des artères, peut s'éclairer utilement sur la disposition générale de l'organisme aussi bien que sur le mode d'action du cœur.

Il est également à remarquer que la différence dans la toni-cité normale des artères paraît être beaucoup plus grande qu'on n'aurait été porté à le supposer. Dans ces derniers temps M. Vierordt et un de ses disciples ont cherché à mesurer directement le diamètre de quelques-uns de ces vaisseaux chez l'Homme vivant, et ils ont vu que du matin au soir leur capa-cité pouvait changer notablement, phénomène qui semble devoir dépendre de quelques variations dans la contractilité de ces vaisseaux plutôt que d'une différence dans le volume des liquides en circulation (2).

§ 21. — On considère généralement l'élasticité et la con-

(1) D'après quelques expériences hydrauliques faites par Alison, il paraîtrait que la force élastique des artères est moins grande dans les parties atteintes d'inflammation que dans les parties saines (*a*).

(2) Pour faire des observations de ce genre, on choisit une artère superficielle qui repose sur un plan résistant, par exemple l'artère radiale au poignet; et, à l'aide d'une petite plaque, on la déprime de façon à l'aplatir, et l'on mesure sa largeur dans cet état. MM. Vierordt et Aberle ont trouvé ainsi que, le soir, le diamètre de ce vaisseau est plus grand que le

(*a*) Alison, *Notice of some Experiments on the Vital Properties of Arteries leading to inflamed Parts, etc.* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1836, t. XLV, p. 100).

ctilité des artères comme n'ajoutant rien à la force motrice éveloppée par les mouvements du cœur et comme servant ulement à en régulariser l'emploi ; mais, d'après quelques xpériences dues à M. Poiseuille, je suis porté à croire qu'il en st autrement. Ainsi que je l'ai déjà dit, ce physiologiste a trouvé ue la réaction vitale des parois de ces vaisseaux détermine une ression supérieure à celle du sang, sous l'influence de laquelle r dilatation s'était produite, et par conséquent il faut admettre e la contractilité des artères, mise en jeu par le fait de chaque tension, contribue d'une manière active à pousser le sang ns le système capillaire, et tend à contre-balancer la déperdition de forces qui peut avoir lieu dans ce trajet (1). Influence des artères sur la puissance circulatoire.

§ 22. — Je dois ajouter que l'influence des mouvements spiratoires peut devenir très grande sur la marche du sang tériel dans le voisinage immédiat du cœur (2), mais que Influence des mouvements du thorax.

in. Voici quelques-unes des mes comparatives prises chez quatre vidus :

A. Matin,	2,92.	Soir,	3,44	
B. —	2,43	—	3,32	
C. —	2,29	—	2,67	
D. —	1,74	—	2,45	(a)

(1) J'ai déjà eu l'occasion de parler ces expériences au commencement cette Leçon (b).

n des physiologistes les plus céls du siècle actuel, Charles Bell, rché à établir par une suite de nnements plus spécieux que so, que les artères sont douées e puissance impulsive très conable, et contribuent plus que le cœur à mettre le sang en mouvement (c) ; mais les faits sur lesquels il s'appuie peuvent être expliqués sans avoir recours à une pareille hypothèse.

(2) Dans les recherches faites par M. Spengler sous la direction de M. Ludwig, on a comparé sur le même Animal les variations de pression coïncidentes avec les mouvements d'expiration et d'inspiration, d'une part dans l'artère carotide, d'autre part dans une branche périphérique du système artériel chez le Cheval.

Dans une première expérience, on a comparé de la sorte les pressions à l'extrémité inférieure de la carotide et à l'extrémité céphalique du même

(a) Aberle, *Die Messung der Arteriendurchmesser am lebenden Menschen*. Tubingue, 1856 Vierordt's *Archiv für physiol. Heilkunde*, 1856, t. XV, p. 574).
(b) Voy. ci-dessus, page 193.
(c) h. Bell, *An Essay on the Forces which Circulate the Blood*, 1819.

l'accélération intermittente imprimée ainsi au liquide en circulation diminue promptement dans les parties périphériques du système vasculaire, et que dans les petites artères elle cesse d'être appréciable. Mais c'est là un sujet que nous étudierons plus attentivement dans la prochaine Leçon.

vaisseau, et l'on a trouvé que dans le premier point la différence entre le moment de l'inspiration et celui de l'expiration était, terme moyen, d'environ 140 millimètres de mercure, tandis que dans le second point elle n'était que d'environ 49 millimètres.

Chez un autre Cheval, les variations correspondantes étaient, terme moyen, d'environ 75 millimètres dans la carotide, de 27 millimètres dans l'artère maxillaire interne, et d'environ 7 millimètres dans l'artère métatarsienne postérieure (a).

(a) Spengler, *Ueber die Stärke des Arteriellen Blutstroms* (Müller's *Archiv für Anat.* und *Physiol.*, 1844, p. 55 et suiv.).

TRENTE-CINQUIÈME LEÇON.

Suite de l'histoire du cours du sang dans les artères. — Mesure de la pression à laquelle ce liquide se trouve soumis dans ces vaisseaux ; circonstances qui font varier cette pression. — De la vitesse du courant sanguin dans les artères. — Bruits artériels. — Circonstances qui influent sur le mode de distribution du sang dans les diverses parties du système artériel. — Rôle des anastomoses.

Poussée latérale du sang dans les artères.

§ 1. — Nous avons vu dans une Leçon précédente (1) que la charge sous laquelle le sang, poussé par la contraction du cœur, entre dans le système artériel, est considérable, et peut être généralement estimée comme équivalant à la pression qu'exercerait une colonne d'eau de près de 2 mètres de haut. Cela posé, les physiologistes devaient être naturellement conduits à chercher ce que devient cette pression à mesure que le sang avance dans l'appareil circulatoire, et quelle poussée ce liquide détermine sur les parois des vaisseaux qu'il traverse (2).

(1) Voyez ci-dessus, page 104 et suivantes.

(2) Pour mettre en évidence et pour estimer la force avec laquelle le sang presse contre les parois des artères et dilate ces vaisseaux, les anciens physiologistes ont eu recours à une expérience curieuse que chacun peut répéter sur sa propre personne, mais qui n'a pas toute la portée que on y attribuait.

Lorsque, étant assis, on pose un genou sur l'autre en croisant les jambes, on voit le pied qui est de la sorte suspendu en l'air osciller d'une manière régulière, et il est facile de se convaincre que ces mouvements correspondent aux battements de l'artère poplitée, qui se trouve pressée entre les deux genoux et qui se rend au membre ainsi placé. Chaque fois que le sang, lancé par le cœur, vient frapper contre les parois de ce vaisseau, le pied se soulève, et par conséquent il était naturel de penser que le mouvement ainsi produit était dû à l'impulsion du sang. Or, en fixant un poids de 25 kilogrammes, ou même davantage, à l'extrémité du membre qui oscille de la sorte, on peut voir les mouvements continuer, et, en mesurant la longueur du bras de levier représenté par la jambe, on a calculé que la force nécessaire pour soulever de la sorte 25 kilogrammes était au moins égale à 200 kilogrammes. On a donc conclu de cette expé-

On sait, en physique, que toute pression exercée sur un l
renfermé dans un vase se transmet dans tous les sens et
ment, de sorte que si le système artériel était un rés
clos, la charge produite par la contraction du ven
gauche se ferait sentir avec la même puissance dans
la longueur de ce système, et déterminerait partout une
tion égale dans la colonne manométrique employée p
mesurer.

Les premières expériences dans lesquelles Hales (1) cl
à mesurer la pression du sang dans les diverses artè
donnèrent à ce sujet aucun résultat net, et celles faites,

rience que l'effort exercé par le sang sous l'influence des contractions du cœur devait être assez considérable pour faire équilibre à plus de deux quintaux métriques (*a*).

Mais ce raisonnement péchait par sa base, et a été renversé par une autre expérience non moins simple. Charles Bell fit remarquer que, dans les opérations chirurgicales, il suffit d'une pression légère exercée avec le doigt pour arrêter complétement le cours du sang dans une artère, et qu'un poids comparativement très faible, placé sur le trajet de l'artère crurale au pli de l'aine, aplatit ce vaisseau et fait cesser les battements dans les parties situées au delà. Il en conclut que l'action mécanique du sang lancé dans la portion suivante du même vaisseau ne pouvait être la cause directe du mouvement de projection qui suit son afflux dans les artères de la jambe (*b*). Il ne fut pas heureux dans l'
tion nouvelle qu'il donna du
mène; mais, d'après les fa
rapporta, on doit penser que
tractions des muscles extense
jambe contribuent pour beauc
production du phénomène. N
cuterons ce point en traitai
contraction musculaire.

(1) Hales, dont j'ai déjà eu
sion de citer les recherches
force du cœur, trouva que
lancé par l'artère carotide et l
tère crurale d'un Chien s'élèv
près à la même hauteur dans
vertical adapté à l'un et à l'
ces vaisseaux (*c*); mais en d
les résultats numériques fou
d'autres expériences de ce p
giste, Senac arriva à cette co
que le sang a plus de force
artères voisines du cœur que
autres (*d*).

(*a*) Voyez Senac, *Traité de la structure du cœur*, t. II, p. 153.
(*b*) Ch. Bell, *An Essay on the Forces which Circulate the Blood*, 1819, p. 69 et suiv
(*c*) Hales, *Hémostatique*, p. 31.
(*d*) Senac, *Traité de la structure du cœur*, t. II, p. 154.

ingt-cinq ans, par M. Poiseuille (1), semblaient prouver qu'ef-
ectivement les choses se passent ainsi dans l'appareil circula-
oire de l'Homme et des autres Mammifères. En effet, ce phy-
iologiste distingué n'observa aucune différence dans la hauteur
e la colonne liquide tenue en équilibre par le sang contenu
ans une artère voisine du cœur ou dans une artère située fort
oin de cet organe. Les niveaux paraissaient être les mêmes,
omme dans l'expérience classique des vases communicants.
lais des recherches plus précises, faites récemment par
I. Volkmann, montrent qu'en réalité cette poussée latérale du
ng diminue un peu du cœur vers la périphérie du système
tériel, et que les phénomènes qui accompagnent le mouvement
 ce liquide dans cet appareil hydraulique se rapprochent
vantage de ceux que nous offre l'écoulement de l'eau dans
 tuyau ouvert à son extrémité.

Application des lois de l'hydraulique à l'explication de ce phénomène.

Les expériences faites par les physiciens sur les lois géné-
les de l'écoulement des liquides dans des tuyaux rigides
ontrent que la poussée latérale diminue dans ceux-ci à mesure
l'on s'approche de l'orifice par lequel l'écoulement s'effectue
rement. Pour s'en assurer, il suffit d'élever de distance en
tance sur le tuyau de conduite des tubes verticaux qui com-
niquent avec l'intérieur de celui-ci et qui soient ouverts par
aut. Le liquide en mouvement s'élèvera dans chacun de ces
es, appelés *piézomètres*, proportionnellement à la pression

(1) M. Poiseuille fut le premier à mettre en honneur les applications l'hydraulique aux études physiologiques. J'ai déjà fait connaître le de d'expérimentation dont il fit ge (a), et je me bornerai à ajouter qu'en opérant tantôt sur l'artère carotide, d'autres fois sur un rameau de l'artère crurale, il arriva à des moyennes identiques, et qu'il en conclut « qu'une molécule de sang se meut avec la même force dans tout le trajet du système artériel (b). »

(a) Voyez ci-dessus, p. 105.
(b) Poiseuille, *Recherches sur la force du cœur aortique*. Thèse, Paris, 1828, p. 37.

qu'il supporte dans la section correspondante du tuyau de conduite, et l'on verra que cette hauteur de la colonne manométrique diminuera graduellement depuis le réservoir où la pression motrice se développe jusqu'à l'embouchure où la veine fluide devient libre (1). Mais pour bien comprendre la signification de cette expérience et la portée des applications dont elle est susceptible en physiologie, il faut analyser les phénomènes et se rendre nettement compte de ce que l'on mesure de la sorte.

Il est évident que si les molécules du liquide qui s'échappe d'un réservoir sous l'influence d'une certaine pression ne rencontrent aucune résistance, elles conserveront toutes leur vitesse initiale, et l'on pourrait se représenter la série de molécules lancées de la sorte par une rangée de billes en mouvement qui rouleraient dans la même direction en conservant leurs distances respectives, et n'exerceraient aucune pression les unes sur les autres (2). Or, un liquide placé dans ces conditions ne pourrait, en vertu du principe de l'égalité des pressions, produire aucune poussée latérale, et par conséquent il n'exercerait aucune influence sur le piézomètre, s'il était possible de le soumettre à l'action de cet instrument sans troubler l'équilibre de ses parties. Mais lorsque, à raison des résistances que ces molécules rencontrent, leur marche est retardée, et que celle qui précède se trouve poussée par celle qui suit, la pression produite de la sorte se propage nécessairement dans tous les sens, et par conséquent elle détermine une poussée latérale. Or, toutes les fois qu'une veine fluide, au lieu de traverser un espace libre, coule dans un tube, l'adhérence qui s'établit entre

(1) Pour plus de détails à ce sujet, voyez Delaunay, *Cours élémentaire de mécanique*, 1852, p. 436, fig. 377.

(2) Voyez, à ce sujet, l'article de la communication du mouvement dans quelque traité de physique (a).

(a) Par exemple, Pouillet, *Éléments de physique*, 1853, t. I, p. 39 et suiv.

surface et les parois du tuyau tend à la fois à entraîner les molécules de celui-ci et à arrêter les molécules du fluide en mouvement ; la matière dont se compose la paroi rigide du tube ne saurait se déplacer, et par conséquent l'effet se traduit tout entier par un retard déterminé dans la marche des molécules du liquide. Celui-ci se trouve donc ralenti de plus en plus dans son cours vers l'extrémité libre du tuyau, et toutes les résistances partielles ainsi engendrées s'ajoutant d'aval en amont, créent dans chaque section de la veine fluide une force de plus en plus considérable qui, en s'opposant à la marche de celui-ci, développera une pression correspondante au retard produit.

Ainsi, quand à l'aide du piézomètre ou de tout autre instrument analogue, on mesure la pression exercée par le liquide en mouvement dans un point déterminé du tuyau que celui-ci traverse, on ne mesure pas seulement les effets dus à la force motrice qui a donné à ce liquide l'impulsion dont il est animé ; on voit le résultat complexe produit par deux forces contraires : d'un côté, la charge initiale pesant sur le liquide au moment de son entrée dans le tube, et, d'autre part, la résistance que le courant ainsi provoqué rencontre dans la portion de ce tube où il doit passer. On comprend donc que la poussée latérale observée puisse varier suivant que les rapports entre ces deux forces contraires changeront, et qu'elle doive augmenter avec la résistance à l'écoulement libre quand la force d'impulsion reste la même ; ou bien encore que cette pression du liquide contre les parois du tube augmente de la même manière quand les obstacles à l'écoulement ne changent pas, mais que la rapidité initiale du courant s'accroît. Ainsi imaginons de l'eau qui, sous l'influence d'une charge constante, coulerait dans un tuyau dont l'extrémité serait garnie d'un robinet et dont l'intérieur serait en communication avec une série de piézomètres placés de distance en distance. Si le robinet est complétement ouvert et

d'un calibre égal à celui du tube, le liquide s'élèvera dans les piézomètres à des hauteurs de moins en moins grandes à mesure qu'on s'éloigne du réservoir faisant fonction de moteur; mais si l'on tourne graduellement le robinet, on verra les différences de niveau diminuer de plus en plus dans les divers piézomètres par suite de l'élévation croissante des colonnes manométriques près de l'orifice, et quand l'obstacle opposé ainsi à l'écoulement sera devenu égal à la force employée pour déterminer le courant, la hauteur de cette colonne deviendra égale aussi dans tous les manomètres, car ceux-ci rentreront dans la condition des vases communicants ordinaires.

Signification des mesures hémodynamométriques.

§ 2. — Par conséquent, lorsqu'on applique sur une artère l'hémodynamomètre de M. Poiseuille ou tout autre manomètre (1), et qu'on évalue la pression du sang contre les parois de ce vaisseau par l'élévation de la colonne liquide dans l'intérieur de cet instrument, on a sous les yeux les effets produits par la résultante de deux forces opposées: l'une qui tend à pousser le sang en avant, et qui est due essentiellement aux contractions du ventricule gauche du cœur; l'autre qui tend à empêcher le liquide d'obéir à cette influence, et qui résulte du frottement du liquide contre les parois des vaisseaux et de quelques autres causes de perte de force vive (2).

(1) Voyez la description de ces instruments, page 106.

(2) Afin d'éviter les causes d'erreur qui peuvent s'introduire dans les expériences d'hémodynamique par suite des obstacles accidentels que l'adaptation de l'appareil à l'artère doit opposer au passage du sang quand on ajuste cet instrument dans l'extrémité tronquée du vaisseau, ainsi que le faisait M. Poiseuille, quelques physiologistes préfèrent employer une disposition à l'aide de laquelle il devient facile de mettre la petite branche du tube manométrique en communication latérale avec l'artère, sans entraver notablement la circulation dans celle-ci. Pour cela, l'hémodynamomètre est pourvu d'un ajutage terminé par une petite plaque circulaire qui s'avance en manière de rebord tout autour de l'orifice de cette pièce; une autre plaque annulaire et mobile engaine le tube, et, à l'aide d'un écrou, vient s'appliquer contre la précédente. Une petite fente pratiquée dans la paroi de l'artère

Or, les expériences hémodynamiques montrent que les résis-ances qui tendent à ralentir le cours du sang et à développer a poussée latérale exercée par ce fluide en mouvement se rouvent principalement vers l'extrémité du système artériel, t que, dans l'intérieur des gros vaisseaux, la pression n'est odifiée que très peu par la longueur du trajet parcouru. Effec-ivement, ainsi que je l'ai déjà dit, les différences n'étaient pas ppréciables dans les expériences de M. Poiseuille, et, pour les nstater pour la première fois, il a fallu avoir recours à un pro-édé d'observation très ingénieux, employé par M. Volkmann.

Variations dans la pression du sang déterminée par l'action du cœur.

La poussée latérale du sang dans les artères qui avoisinent cœur varie à chaque instant. La vitesse avec laquelle ce uide coule dans les petits vaisseaux est presque uniforme, ndis que l'arrivée du flot lancé dans l'aorte par la systole ntriculaire est intermittent. Chaque fois que la pompe car-

permet à l'opérateur d'introduire lisque terminal dans l'intérieur du seau, et en serrant ensuite les res de la plaie entre ce disque fixe 'anneau mobile dont il vient d'être ation, on intercepte toute commu-ation entre l'intérieur du vaisseau l'extérieur, par l'espace compris re les bords de la boutonnière et tube ; celui-ci se trouve comme dé latéralement à l'artère, et sa té communique librement avec érieur du vaisseau sanguin. L'in-ment disposé de la sorte repré-te donc exactement les piézomè-s dont les hydrauliciens se servent r mesurer la poussée des liquides dans les tuyaux de conduite des eaux, et donne la mesure de la pression latérale. On trouve dans les Mémoires de deux des disciples de M. Ludwig, et dans quelques ouvrages généraux (*a*), des descriptions complètes et des figures de ce petit instrument diversement modifié.

M. Volkmann a fait usage d'un autre ajutage, consistant en un tube métallique du calibre de l'artère, qui s'adapte par ses deux extrémités à des pièces annulaires autour desquelles on lie les deux bouts de l'artère divisée transversalement, et qui porte une branche latérale s'en détachant à angle droit (*b*).

(*a*) Spengler, *Ueber die Stärke des arteriellen Blutstroms* (Müller's *Archiv für Anat. und Phys.*, 1844, p. 50, pl. 2, fig. 6).
— Mogk, *Ueber die Stromkraft des venosen Blutes* (*Zeitschrift für rationnelle Medicin*, 1845, t. III, p. 47, fig. 1, 2, 3).
— Volkmann, *Die Hæmodynamik*, p. 141.
— J. Béclard, *Traité élémentaire de physiologie*, 1855, p. 194.

(*b*) Volkmann, *Op. cit.*, p. 146.

diaque donne un de ces coups de piston foulant, l'excédant de la vitesse initiale du courant sanguin sur le courant effectif, dans la portion périphérique du système, se trouve beaucoup augmentée, et l'augmentation de pression qui en résulte dans les gros vaisseaux se traduit au dehors par un mouvement d'ascension brusque de la colonne de liquide suspendue dans l'hémodynamomètre adapté à l'un de ces troncs artériels. Mais quand cette injection de liquide vient à être interrompue par la diastole ventriculaire, le sang continue toujours à s'écouler vers les veines ; par conséquent, la poussée latérale diminue, et la colonne manométrique descend proportionnellement à la diminution effectuée. On voit donc le liquide osciller dans le tube de cet instrument, s'élever pendant la systole ventricuIaire, et descendre pendant la diastole, mais se maintenir toujours pour le moins à une certaine hauteur qui correspond à la moindre de ces deux pressions développées, l'une par l'effet direct de l'action du cœur, l'autre par la réaction des parois élastiques des artères contre l'effort ainsi exercé.

Évaluation de la pression moyenne.

Pour évaluer la pression totale à laquelle le sang se trouve soumis d'une manière permanente dans un point déterminé du système artériel, il faut donc prendre la moyenne entre les deux longueurs ainsi constatées ; et au premier abord on croirait pouvoir obtenir cette moyenne avec un degré de précision suffisant en additionnant ces mesures et en divisant ensuite par 2 la somme obtenue. Mais la durée du temps pendant lequel le niveau de la colonne manométrique reste au-dessus du niveau moyen ou descend au-dessous n'est pas la même, et pour bien juger de la valeur totale des pressions, il est souvent nécessaire d'avoir recours à une autre méthode d'évaluation. Pour résoudre la question, M. Volkmann a fait parfois usage d'une espèce particulière d'hémodynamomètre enregistreur inventée par M. Ludwig, et disposée de façon à tracer sur une bande de papier qui se déroule d'un mouvement uniforme toutes

; variations produites dans le niveau de la colonne manoétrique (1). La courbe dessinée par cet instrument, auquel on lonné le nom de *kymographe*, représente donc fidèlement ites les inégalités ; et pour obtenir avec une grande précision moyenne des hauteurs observées pendant toute la durée de xpérience, il suffit de découper la bande de papier en suivant ; ondulations de la courbe qui y est tracée et de peser comratívement les deux fragments ainsi obtenus. Si les bords rallèles de la bande correspondent aux *maxima* et *minima* s oscillations, et si le papier est d'une épaisseur uniforme, nditions qui sont faciles à réaliser, la différence entre le poids l'un de ces fragments et la moitié du poids de toute la bande nnera la proportion de la valeur moyenne cherchée (2).

l) Le manomètre enregistreur, inté par M. Ludwig, et désigné par Volkmann sous le nom de *kymophion*, consiste en un hémodynomètre ordinaire dont la grande nche contient un petit flotteur qui t les mouvements du mercure et porte une tige verticale; celle-ci asse l'extrémité du tube manotrique, et porte à son tour un ceau dont la position varie suivant niveau de la colonne mercurielle s'élève ou descend avec celle-ci; e bande de papier mise en moument d'une manière uniforme par un ème d'horlogerie passe latéralent devant la pointe du pinceau, et oit la marque laissée par son cou. Une ligne onduleuse se trouve i tracée, et correspond exactent, par la hauteur et la forme de courbes, à l'étendue et à la durée des oscillations du liquide dans l'hémodynamomètre (*a*). M. Ludwig a appliqué cet instrument à divers usages, et en a observé ainsi plusieurs résultats très intéressants, comme nous le verrons dans la suite de nos études.

(2) M. Marey a proposé récemment l'emploi d'un moyen beaucoup plus simple. Pour évaluer la tension moyenne, il place entre le vaisseau sanguin et la colonne manométrique un tube capillaire d'une certaine longueur, de façon à développer dans cette partie de son instrument des frottements suffisants pour annuler les oscillations et maintenir le mercure à une hauteur correspondante à la moyenne entre le maximum et le minimum des hauteurs que ce liquide atteindrait alternativement dans un hémodynamomètre ordinaire. Il a donné

(*a*) Ludwig, *Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der Respirations-Bewegungen auf den lauf im Aorten-System* (Müller's *Archiv für Anat. und Phys.*, 1847, p. 243, pl. x).
— Volkmann, *Die Hämodynamik*, pl. 1.

Diminution de cette pression dans les artères périphériques.

C'est en procédant tantôt de la sorte, tantôt à l'aide de l'hémodynamomètre ordinaire, que M. Volkmann a comparé la pression moyenne du sang dans des artères situées à des distances différentes du cœur chez un même animal, et a constaté que cette pression diminue un peu du centre vers la périphérie du système artériel.

Ainsi en opérant sur un Chien, ce physiologiste a trouvé que dans l'artère métatarsienne la pression moyenne correspondante à la demi-somme des deux hauteurs de la colonne manométrique n'était que de 165 millimètres de mercure, tandis que dans la carotide elle était de 172 millimètres (1).

Dans une autre expérience faite sur un Veau, la pression moyenne était de 116 millimètres dans la carotide, et de 89 millimètres seulement dans l'artère métatarsienne.

Enfin M. Volkmann a comparé aussi la pression moyenne du sang à l'extrémité thoracique de l'artère carotide et à l'extrémité périphérique du même vaisseau chez divers Mammifères, et il y a observé des différences très notables (2).

à cet instrument le nom d'*hémomètre compensateur* (a).

(1) Ces nombres correspondent aux moyennes fournies par huit déterminations (b).

(2) Voici les résultats obtenus dans une de ces séries d'expériences :

	Extrémité thoracique de la carotide.	Portion périphérique de la carotide.	Différences.
	Millim.	Millim.	Millim.
Veau. .	134	80,5	53,5
Id. . .	135,5	94,5	41
Id. . .	177	151	26
Id. . .	145	108	37
Cheval.	122	97	25
Id. . .	214	151	60
Chèvre.	135	126	9
Cabri. .	118	85	33 (c).

Dans quelques-unes des expériences faites précédemment par M. Spengler, les résultats paraissent être au premier abord en opposition complète avec la conclusion générale déduite des recherches de M. Volkmann, car la pression moyenne obtenue dans la carotide était plus faible que dans les artères éloignées du cœur. Mais l'inspection des données numériques obtenues pendant les moments de systole et de diastole du cœur me semble donner la clef de cette anomalie, car, dans tous les cas, la colonne manométrique s'élevait beaucoup plus haut pendant la systole

(a) Marey, *Recherches hydrauliques sur la circulation du sang* (*Ann. des sciences nat.*, 1851, 4e série, t. VIII, p. 349).

(b) Volkmann, *Hämodynamik*, p. 167.

(c) Idem, *ibid.*, p. 169.

t, le kymographe lui donna comme expression de la moyenne :

	Dans la partie centrale.	Dans la partie périphérique.
Chez un Chien.	113,8	88,8
Chez un Mouton.	142,4	116,7
Chez un autre Mouton.	88,4	61,3

un Lapin, il trouva 91 millimètres pour la pression dans ide, et 86 millimètres dans l'artère crurale (1).
sulte aussi des recherches de ce physiologiste que ces

arotide que dans les artères ques. Dans les quelques ex- où la pression moyenne faible dans le voisinage du le dans les parties éloignées, nent durant le repos du it énorme dans la carotide, e semble avoir dû dépendre uble dans les mouvements ires ; en effet, nous verrons que les mouvements violents eux d'inspiration produisent irculation du sang artériel, oisinage du cœur, des effets s à ceux déterminés par les ons de cet organe (*a*).

nomalie s'est produite aussi elques-unes des expériences lkmann, et ce physiologiste itée également au moyen d'un cédé : en appliquant à l'extré- iquée de chacune de ces ar- ajutage dont l'ouverture e aire de la même dimension, erminant la quantité de sang écoule en un temps donné. ainsi que, par des orifices égaux, l'artère carotide, chez le Veau, perdit en quarante secondes, dans un cas, 201 grammes de sang, tandis que l'artère crurale en débitait 223 grammes. Dans une autre expérience, le jet fournit en vingt secondes, par l'artère carotide, 110 grammes, et par l'artère crurale, 157 grammes de sang (*b*).

(1) Ces moyennes furent établies à l'aide de la courbe découpée de la manière mentionnée ci-dessus (*c*).

Il serait bon d'appliquer à l'étude de ce point de l'histoire de la circulation un instrument qui a été employé récemment par M. Cl. Bernard pour comparer la poussée du sang dans la carotide et dans la veine jugulaire, et qui paraît devoir donner des résultats plus comparatifs : c'est l'*hémomètre différentiel*. Il consiste en un tube en U qui est appliqué contre une planchette graduée, et qui est à moitié rempli de mercure. Chaque extrémité de ce tube est garnie d'un robinet et communique avec un tuyau flexible dont le bout opposé est pourvu d'un ajutage propre à être introduit dans le

gler, *Op. cit.* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1844, p. 52 et suiv.).
nann, *Die Hämodynamik*, p. 166.
, *ibid.*, p. 175.
ibid., p. 170 et suiv.

inégalités de pression dans les troncs situés près du cœur et dans les artères plus ou moins éloignées de ce centre d'impulsion ne sont pas proportionnelles aux distances, ni les mêmes dans les diverses régions du corps ; et que dans l'artère crurale, par exemple, la poussée latérale du sang est plus grande que dans les branches du système carotidien, particularité dont nous obtiendrons l'explication lorsque nous étudierons l'influence du diamètre des vaisseaux sur la rapidité du courant qui les traverse, et lorsque nous connaîtrons la manière dont la circulation s'effectue dans les diverses parties du système veineux.

Du reste, les différences qui se remarquent dans la poussée latérale du sang dans les diverses parties du système artériel sont toujours, comme je l'ai déjà dit, très petites, et ce fait prouve que les résistances qui s'opposent au libre écoulement du sang, et qui, en réagissant contre l'impulsion imprimée à ce liquide par les contractions du cœur, déterminent la pression latérale, ne résident pas dans ces conduits, mais sont situées au delà. En effet, le frottement du sang en circulation contre les parois des artères n'occasionne que peu de retard dans la marche de ce liquide, et, ainsi que nous le verrons dans la prochaine Leçon, c'est dans le système capillaire situé entre ces vaisseaux et le système veineux que ces résistances se développent.

vaisseau sanguin ; enfin toute la portion de l'appareil qui est inoccupée par le mercure est remplie d'une dissolution de carbonate de soude pour empêcher le sang de s'y coaguler. On introduit les deux ajutages terminaux dans les deux vaisseaux sur lesquels on veut expérimenter, et on les y fixe ; puis on ouvre les robinets, et, suivant que la poussée du sang est plus forte dans l'un ou dans l'autre, la colonne mercurielle se trouve refoulée du côté opposé dans le tube à deux branches (a).

(a) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, 1858, t. I, p. 282, fig. 42.

§ 3. — Les expériences dont je viens de rendre compte nous éclairent aussi sur la grandeur de la force déployée par les artères pour pousser le sang dans les veines. Nous avons vu précédemment que ce liquide coule d'une manière uniforme dans les dernières divisions du système capillaire ; la rapidité du courant qui arrive dans les veines est donc aussi grande pendant le repos du cœur que pendant l'action de cette pompe foulante, et par conséquent la force nécessaire pour la produire est précisément celle qui est développée par les artères quand le cœur est inactif. Or, la pression exercée de la sorte est aussi celle qui, dans les expériences en question, maintient la colonne manométrique au-dessus de son niveau initial, et qui correspond à la limite inférieure des oscillations dont le sommet donne la mesure de la puissance déployée par la systole ventriculaire. La différence qui se manifeste entre les *minima* et les *maxima* de ces oscillations indique l'excédant de la force cardiaque sur la force artérielle, c'est-à-dire la pression sous laquelle les parois vasculaires cèdent au moment où l'ondée du sang est lancée dans leur intérieur par la contraction du cœur.

Application de ces résult. à la mesure de la pression artérielle constante et de la pression cardiaque.

D'après ce que nous savons déjà sur la transformation graduelle du mouvement saccadé du courant artériel en un mouvement uniforme, nous pouvons prévoir que la différence entre ces deux forces doit décroître à mesure qu'on s'éloigne du cœur pour se rapprocher des capillaires, et que la pression artérielle doit être partout à peu près la même, tandis que l'excédant de la pression cardiaque sur cette dernière sera d'autant plus grand, que l'on se rapprochera davantage de l'organe central d'impulsion, c'est-à-dire du cœur.

Les résultats fournis par l'expérience sont en parfait accord avec la théorie (1) ; et nous comprenons ainsi pourquoi les

(1) Ainsi, en examinant les tableaux numériques publiés par M. Volkmann, on voit que dans les expériences comparatives faites par ce physiologiste

parois artérielles offrent plus d'épaisseur et de résistance dans les gros troncs que dans les petites branches (1).

Influence des mouvements respiratoires sur la pression artérielle.

§ 4. — Ainsi que je l'ai déjà dit en terminant la dernière Leçon, chez l'Homme et les autres Mammifères, l'impulsion imprimée au sang artériel par les contractions du cœur est modifiée par les variations de pression qui se produisent dans la chambre thoracique lors des mouvements de dilatation et de contraction de cette cavité. Lorsque dans l'expiration, la poitrine se resserre pour chasser l'air des poumons, la pression ainsi développée s'exerce sur le sang contenu dans le cœur et les gros vaisseaux inclus dans cette espèce de pompe foulante, aussi bien que sur les gaz contenus dans les voies respiratoires, et tend à chasser ce liquide au dehors. La dilatation inspiratoire produit un effet contraire ; elle tend à agrandir ces réservoirs sanguins comme elle agrandit les poumons, et par conséquent aussi elle tend à y faire séjourner une plus grande quantité de sang. Les résultats du travail effectué par le cœur se trouvent

sur l'artère carotide et l'artère du pied d'un Chien de grande taille, la limite inférieure des oscillations de la colonne manométrique était entre 174 et 146 dans la carotide et entre 179 et 169 dans l'artère du pied, tandis que les *maxima* étaient de 194 à 206 pour le premier de ces vaisseaux, et seulement de 168 à 178 pour le second. Terme moyen, l'excédant de la pression cardiaque sur la pression artérielle était de 37 dans la carotide et de 2 seulement dans l'artère métatarsienne (*a*). Des résultats analogues ont été obtenus par M. Cl. Bernard (*b*).

(1) Ainsi que je l'ai déjà dit, Wintringham fit, il y a plus d'un siècle, beaucoup de recherches sur les propriétés physiques des vaisseaux sanguins, et dans une de ses expériences il mesura la force nécessaire pour déterminer la rupture des parois artérielles chez le Mouton : pour l'aorte, près du cœur, elle était de 4$^{atmosph.}$,36, et pour l'artère iliaque, de 4,04 (*c*). M. J. Davy a traité le même sujet (*d*).

(*a*) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 167.

(*b*) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, 1858, t. I, p. 281.

(*c*) Wintringham, *An Experimental Inquiry on some Parts of the Animal Structure*, 1740, p. 49.

(*d*) J. Davy, *Notice of a Fatal Case of Rupture of the Heart and Aorta ; with an Account of some Experiments on the Power of Resistance of the Heart and Great Vessels* (*Research., Anat. and Physiol.*, t. I, p. 441 et suiv.).

: alternativement diminués ou augmentés par l'action de
pareil respiratoire. Les mouvements d'expiration activent le
ant déterminé dans les artères circonvoisines par les con-
tions du ventricule gauche, et les mouvements d'inspira-
le ralentissent. Or, le jeu de la pompe respiratoire et celui
a pompe cardiaque ne sont pas synchroniques : les mouve-
its d'inspiration et d'expiration sont moins fréquents que les
ivements de systole et de diastole du cœur; et tantôt la
e accélératrice produite par la contraction du thorax coïncide
: l'impulsion donnée par le ventricule gauche, de façon à
ugmenter les effets, d'autres fois elle se développe dans le
nent où ce dernier organe est en repos, et contribue à faire
icer le sang dans le système artériel pendant que le cœur
it pas.

our constater les effets des mouvements respiratoires sur
urs du sang veineux, il suffit d'ouvrir une des artères des
ibres sur un Animal vivant, et d'observer les rapports qui
ent entre la grandeur du jet qui s'échappe de ce vaisseau
énergie des contractions du thorax. Chaque expiration
lère l'écoulement du liquide, et si l'Animal vient à pousser
cris violents ou à faire quelque effort analogue, on voit en
e temps le jet grandir (1).

Magendie, en faisant cette expé-
e, a produit des effets analogues
ue avec les mains il comprimait
tés du thorax de l'Animal (*a*).
st en partie par suite de la même
nce que, dans les cas où les parois
artère sont amincies par une
tion anévrysmale, la rupture s'en
us facilement quand le malade se
à quelque effort musculaire que
tait en repos; car, dans toute
action de ce genre, les muscles con-
stricteurs de la glotte se contractent
en même temps que les muscles expi-
rateurs, et par conséquent la pression
à laquelle l'air se trouve soumis dans
le thorax devient très considérable ;
or cette pression se transmet au sang
contenu dans l'aorte, et, par consé-
quent, accélère le mouvement im-
primé à ce liquide par les systoles du
cœur. On cite beaucoup d'exemples

agendie, *De l'influence des mouvements de la poitrine et des efforts sur la circulation du* (*Journal de physiol.*, 1821, t. I, p. 136).

Ces influences diverses des mouvements respiratoires sur la force avec laquelle le sang tend à couler dans les grosses artères qui partent de la cavité thoracique ont été étudiées d'une manière habile par M. Ludwig. A l'aide d'instruments disposés de façon à tracer la courbe des mouvements imprimés à la colonne manométrique, ce physiologiste a comparé les pressions développées, d'une part dans la cavité thoracique, sous l'influence des mouvements respiratoires, et d'autre part dans l'intérieur de l'artère carotide, par l'action combinée de la pompe thoracique et de la pompe cardiaque; et les résultats obtenus de la sorte rendent sensible à l'œil la part de chacune de ces forces dans le phénomène de la circulation artérielle (1). Ainsi, dans ses expériences sur des Chevaux, on voit que la courbe représentant la pression du sang dans les artères s'élève et

d'accidents de ce genre qui se sont produits pendant que le malade était saisi d'une quinte de toux, ou faisait des efforts soit pour vomir, soit pour toute autre cause (*a*).

M. Donders a publié un travail assez étendu relatif aux effets des mouvements respiratoires sur la circulation dans l'état pathologique (*b*).

(1) J'ai déjà fait connaître l'instrument dont M. Ludwig fait usage dans ces expériences (*c*), et je me bornerai à ajouter ici que pour comparer la pression exercée sur le sang dans les artères et celle développée dans la cavité thoracique par les mouvements respiratoires, ce physiologiste met un de ces manomètres en communication avec la carotide, et adapte un second de ces appareils à un petit sac flexible rempli d'eau et insinué sous les parois de la poitrine, dans l'intérieur de la chambre thoracique, de façon à être soumis à la pression développée dans cette cavité, et à ne nuire en rien au jeu de la pompe respiratoire. Les oscillations de la colonne manométrique, déterminées par la sortie ou la rentrée d'une portion du liquide contenu dans ce sac tracent la courbe de la pression thoracique dépendante du jeu de l'appareil respiratoire, en même temps que les oscillations du mercure dans l'autre manomètre enregistrent elles-mêmes les variations de pression qui se manifestent dans l'artère. Les mouvements correspondants aux battements du cœur sont indiqués par les sommets de cette dernière courbe; et en comparant celle-ci à la courbe des

(*a*) Bourdon, *Recherches sur le mécanisme de la respiration et sur la circulation du sang*, 1820, p. 70 et suiv.

(*b*) Donders, *Bijdrage tot het Mechanisme van Ademhaling en Bloedsomloop* (*Nederlandsch Lancet*, 1849, 2ᵉ série, t. V, p. 354).

(*c*) Voyez ci-dessus, page 232.

)aisse d'une manière régulière à mesure que le cœur se ıtracte ou tombe en repos, tant que les mouvements respira-'es se font avec lenteur et facilité; mais lorsque ces mouve-nts s'accélèrent et que la respiration devient laborieuse, on ıt correspondre à chaque élévation de la courbe représentant pression thoracique une augmentation dans la hauteur de la lonne manométrique tenue en équilibre par la pression à |uelle le sang artériel se trouve soumis. L'effet de la systole ntriculaire est accru s'il coïncide avec l'expiration, et pendant durée de ce dernier acte la diminution de pression qui accom-gne la diastole s'affaiblit; enfin, lorsque le thorax vient à se ater, la ligne onduleuse tracée par la colonne manométrique scend bien plus bas au moment du repos du cœur, et s'élève ıins haut sous l'influence de l'état de contraction de cet organe. l'aide de cette représentation graphique du phénomène, on ıt lire en quelque sorte toutes les combinaisons variées résul-t de l'action simultanée de ces deux sortes de mouvements ıt le rhythme n'est pas le même, et l'inspection des lignes us apprend plus en quelques instants que ne le feraient e description minutieuse ou de longs tableaux numé-|ues (1).

ssions thoraciques, on peut dis-guer immédiatement les relations erchées. Ainsi, quand la marche s oscillations de la courbe du pouls change pas dans les moments cor-pondants à une expiration ou à une piration, on en peut conclure que dilatation et la contraction du tho-x sont sans effet appréciable sur le urs du sang artériel; tandis que si moyenne fournie par la première de ces courbes s'élève et s'abaisse en même temps que la courbe à longues ondulations représentant les mouve-ments thoraciques, on en peut inférer que ce changement est dû à cette dernière cause, et apprécier même la grandeur de l'influence de celle-ci par la grandeur des perturbations.

(1) Pour plus de détails à ce sujet je renverrai donc aux figures qui accom-pagnent le Mémoire de M. Ludwig (a).

a) Ludwig, *Beiträge zur Kenntniss des Einflusses der Respirations-Bewegungen auf den ılauf im Aorten-Systeme* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1847, p. 242).

Influence du volume du sang sur la pression artérielle.

§ 5. — La quantité de sang contenue dans le système vasculaire influe aussi sur le degré de pression auquel ce liquide est soumis, et par conséquent sur la poussée qu'il exerce, soit sur les parois de l'appareil irrigatoire, soit sur la colonne manométrique disposée pour en mesurer l'action (1).

Il est facile de comprendre aussi comment le degré de réplétion des artères peut influer sur la distance à laquelle les battements pulsatiles se font sentir dans ces vaisseaux. En effet, les parois élastiques de ces tuyaux cèdent d'autant plus facilement qu'elles sont moins distendues, et plus les artères se dilatent aisément, moins sera grande la longueur du système vasculaire que la charge complémentaire lancée par le cœur à chaque systole devra occuper. Or, c'est la pression déterminée par cette charge additionnelle qui produit le phénomène du pouls, et par conséquent, toutes choses étant égales d'ailleurs, celui-ci se manifestera dans une longueur d'autant plus grande du

(1) L'influence de la distension plus ou moins grande du système vasculaire sur la pression sous laquelle le sang circule a été mesurée d'une manière plus précise par M. Brunner; car, dans ses expériences, il a annulé les effets qui d'ordinaire sont dus, soit à l'action du cœur, soit à la contraction des muscles locomoteurs, et qui viennent compliquer les résultats observés. Pour cela, il a paralysé momentanément les muscles locomoteurs par l'action du chloroforme ou de l'opium, et il a arrêté les battements du cœur en galvanisant les nerfs pneumogastriques. Chez un petit Chien préparé de la sorte, la pression des parois vasculaires sur le sang indiquée par la colonne manométrique, étant de 10 millimètres de mercure, s'est élevée à 19 millimètres après la transfusion de 280 grammes de sang dans les veines de l'Animal, puis est descendue à 8mm,5 à la suite d'une saignée de 356 grammes (*a*).

J'ajouterai que M. Budge a trouvé la pression du sang dans les artères beaucoup plus faible que d'ordinaire chez des Animaux qui étaient réduits à un état de maigreur extrême. Chez deux Chiens, dans cet état, la colonne mercurielle de l'hémodynamomètre ne s'élevait qu'à 108 millimètres, à 90 millimètres, ou même à une hauteur encore moindre (*b*).

(*a*) Brunner, *Ueber die Spannung des ruhenden Blutes im lebenden Thiere* (*Zeitschr. für ration. Med.*, 1854, 2e série, t. V, p. 336).

(*b*) Budge, *Bericht über die Arbeiten im physiologischen Institut in Bonn*, 1854 (Canstatt's *Jahresbericht*, 1855, t. I, p. 89).

e artériel que la quantité de liquide contenue dans celui-ci a plus considérable comparativement à sa capacité.

§ 6. — Bien que le sang distribué dans toutes les parties de ·ganisme par le système aortique soit mis en mouvement · un moteur unique, ce liquide ne coule pas avec la même esse dans les divers vaisseaux et se trouve réparti très inégalement dans les différentes régions du corps. La théorie et xpérience conduisent également à la connaissance de ce résul- important.

Évaluation de la vitesse du courant sanguin dans les artères.

La mesure de la vitesse normale du courant sanguin dans ıtérieur des vaisseaux d'un Animal vivant présente de grandes ficultés. Vers le milieu du siècle dernier, Hales et plusieurs tres physiologistes firent à ce sujet quelques recherches (1), is elles furent peu fructueuses, et c'est dans ces derniers nps seulement que les efforts des expérimentateurs ont été uronnés de succès. Pour déterminer directement cette vitesse ns les petits vaisseaux des parties transparentes, on peut oir recours aux observations microscopiques, et nous verns bientôt que, dans l'étude des mouvements du sang dans capillaires, ce mode d'investigation a été employé utilement; is dans les grosses artères, dont les parois sont opaques, ne saurait l'utiliser, et il faut avoir recours à d'autres yens. M. Volkmann, qui le premier introduisit dans ce genre recherches la précision nécessaire, fit usage d'un instrument quel il donna le nom d'*hémodromomètre*. C'est un petit e métallique qui s'adapte dans les deux bouts d'une artère upée transversalement, et qui communique latéralement avec deux extrémités d'un tube de verre recourbé en forme d'U. ux robinets qui tournent en même temps sont logés dans le e métallique et disposés de façon à laisser libre le passage ect entre les deux bouts de l'artère, ou à le fermer et à

(1) Voyez ci-dessus, page 92 et suivantes.

diriger le courant par la branche latérale qui a été préalablement remplie d'eau salée. Les dimensions de toutes les parties de l'instrument sont calculées de manière à ne point gêner le passage du sang ; et quand l'instrument est en place, l'expérimentateur, après avoir laissé d'abord le sang couler par le tube métallique, tourne tout à coup les robinets, marque l'instant où ce liquide, reconnaissable à sa couleur, entre dans la branche latérale, et compte les fractions de seconde que le courant ainsi dévié de sa route primitive emploie pour arriver à l'extrémité opposée du tube transparent et à parcourir un espace dont la longueur est connue (1).

Les résultats obtenus de la sorte ont beaucoup plus de précision que de prime abord on ne serait porté à leur en attribuer, et s'accordent très bien avec ceux auxquels un autre expérimentateur non moins habile, M. Vierordt, de Tubingen, vient d'arriver à l'aide d'un procédé différent. Ce physiologiste a mesuré la vitesse du courant sanguin à l'aide de son *hémotachomètre*, instrument qui est fondé sur le principe du pendule hydrométrique, et qui a été disposé de façon à enregistrer sous la forme d'une courbe les variations existant dans la rapidité du courant sous l'influence duquel le pendule est plus ou moins dévié de sa position verticale (2).

(1) L'hémodromomètre, tel qu'il fut employé dans le principe par MM. Volkmann et Hüttenheim (*a*), présentait diverses imperfections auxquelles le premier de ces physiologistes a porté remède. On en trouve une description détaillée dans l'ouvrage de M. Volkmann (*b*).

(2) L'hémotachomètre de M. Vierordt consiste en une petite caisse étroite à parois transparentes, qui porte à ses deux bouts des orifices destinés à être adaptés aux deux extrémités d'une artère coupée transversalement ; elle peut donc être traversée par le courant sanguin qui coule dans ce vaisseau, et elle renferme un petit pendule dont l'extrémité libre, frappée par le courant, se relève plus ou moins suivant la vitesse dont celui-ci

(*a*) Hüttenheim, *Observationes de sanguinis circulatione hæmodromometri ope institutæ*. Halle, 1846.

(*b*) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 163, pl. 3, fig. 1 à 4.

§ 7. — La vitesse inégale du torrent circulatoire qui se remarque dans les diverses parties du système artériel dépend principalement des différences qui existent dans le calibre de ces vaisseaux. Chacun sait par l'observation du mouvement de l'eau dans une rivière que, toutes choses étant égales d'ailleurs, le courant se ralentit là où son lit s'élargit, et devient au contraire d'autant plus rapide que ses bords se resserrent davantage. La quantité de liquide qui traverse, en un temps donné, chaque section transversale du canal, est partout la même; mais la vitesse avec laquelle cette quantité passe est en raison inverse de l'aire de la section qu'elle occupe. Il en est de même dans tout système de tuyaux, et par conséquent la vitesse du sang qui coule dans les artères est soumise aux mêmes lois.

Causes des inégalités de cette vitesse dans diverses parties du système artériel.

Or il arrive d'ordinaire que lorsqu'une artère se bifurque ou donne naissance à une branche, les calibres réunis des deux vaisseaux situés en aval du point de partage sont plus considérables que le calibre du tronc dont ils proviennent. Il en résulte, par conséquent, qu'en général la vitesse du sang diminue à mesure que le vaisseau où ce liquide coule se ramifie davantage.

Cet agrandissement de l'aire totale du système artériel, depuis l'origine de l'aorte jusqu'à la terminaison de cet appareil irrigatoire dans la profondeur des divers organes, a été remarqué vers le milieu du XVIIe siècle (1); et son importance a été beaucoup exagérée par la plupart des auteurs. C'est dans ces

est animé. L'extrémité opposée de la tige du pendule met en mouvement une aiguille qui, à l'aide de divers organes intermédiaires, fait mouvoir d'une manière correspondante un pinceau devant lequel tourne d'un mouvement uniforme un cylindre portant une bande de papier, à peu près comme dans le kymographe enregistreur de M. Ludwig. Cet instrument est très sensible, et, après avoir été convenablement gradué, indique avec beaucoup de précision la vitesse du courant qui traverse la caisse (*a*).

(1) Haller nous apprend que G. Colles fut le premier à constater ce fait.

(*a*) Vierordt, *Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes*, p. 10, fig. 1 à 5, et pl. 1. Frankfort, 1858.

dernières années seulement qu'on a cherché à déterminer avec précision les différences de capacité qui existent entre les troncs vasculaires et leurs branches, ou à en calculer les effets (1); mais les résultats obtenus jusqu'ici n'ont pas beaucoup d'importance.

(1) Dans les écoles on avait l'habitude de comparer la capacité totale du système artériel à celle d'un cône creux dont le sommet serait au cœur et la base représenterait le réseau capillaire ; mais les recherches de M. Ferneley et de M. Paget ont fait voir que la somme des aires n'augmente pas toujours, et que les différences sont peu considérables à cet égard entre les gros troncs et les branches qui en naissent (a).

Ainsi M. Paget a trouvé que chez l'Homme les rapports entre l'aire de l'aorte à sa sortie du cœur, et la somme des aires du même vaisseau au delà de l'origine de la sous-clavière gauche et des trois grosses branches qui en partent entre ces deux points, sont, terme moyen, comme 1 : 1,05. L'aire du tronc brachio-céphalique étant représentée par 1, la somme des aires de la carotide droite et de la sous-clavière, qui résultait de sa bifurcation est égale à 1,14. Un certain élargissement s'observe aussi dans le courant irrigatoire en passant de la carotide commune dans les divisions de ce vaisseau, et M. Paget a vu que la somme des aires des branches de l'artère faciale est à l'aire de cette artère elle-même comme 1,19 est à 1. Il a observé un élargissement analogue dans l'arbre artériel des membres thoraciques, et, d'après les mesures prises sur l'aorte descendante et sur les branches qui en naissent au-dessus de sa bifurcation pour constituer les iliaques primitives, cet anatomiste évalue la somme des aires de ces branches à 1,18, l'aire du tronc aortique étant prise pour unité. Mais, dans la plupart des cas, il a remarqué des différences inverses entre le calibre de l'aorte et le calibre réuni des deux artères iliaques primitives; terme moyen, l'aire de la terminaison de l'aorte étant représentée par 1, la somme des aires de ses deux branches était 0,89, et, en général, une diminution de calibre se manifestait aussi dans les deux branches de l'iliaque primitive comparée à ce tronc lui-même. Enfin, dans les membres inférieurs, M. Paget a vu le lit du courant s'agrandir un peu par suite de la division de l'iliaque externe en branches de distribution.

Ainsi le courant sanguin doit être moins rapide dans le tronc brachio-céphalique que dans l'aorte, et se ralentir un peu en passant ensuite dans la carotide externe, puis dans l'artère faciale; un ralentissement plus considérable doit se manifester dans le courant qui passe de l'aorte ventrale dans les branches viscérales de ce tronc ; mais la vitesse de ce même

(a) Ferneley, *On the Obtinance of certain Laws in the Animal Œconomy* (*London Medical Gaz.*, 1840, t. XXV, p. 389).

— Paget, *On the relative Sizes of the Trunks and Branches of Arteries* (*London Med. Gaz.*, 1842, 2ᵉ série, t. II, p. 55).

— L'auscultation nous apprend que le passage du sang **Bruits produits par le passage du sang dans les artères.**
s grosses artères qui avoisinent le cœur détermine la
tion de vibrations sonores plus ou moins intenses et dont
ctère peut varier beaucoup (1). Lorsqu'on applique le

oit augmenter quand il passe
dans les artères iliaques.
cherches analogues ont été
r M. Hazard. Cet anatomiste
aussi qu'en général l'aire des
artérielles est, en somme,
ide que l'aire du tronc dont
eaux naissent; mais qu'il en
nent pour les artères iliaques
s à la partie terminale de
'aire de ce tronc dans le point
bifurque pour constituer
es, étant d'environ $\frac{1}{100}$ plus
ue la somme des aires de ces
vaisseaux (*a*). Enfin, des ob-
s plus récentes, dues à
er, s'accordent assez bien
résultats précédents, mais
qu'il peut y avoir parfois des différences individuelles assez considérables dans la capacité relative de l'aorte et de ses premières branches (*b*). M. Brown-Séquard a constaté des faits du même ordre chez les Chiens (*c*).

(1) L'étude des bruits artériels a été commencée il y a environ trente-cinq ans par Laënnec, et poursuivie depuis lors avec beaucoup d'attention par plusieurs pathologistes; mais les opinions sont encore très partagées au sujet du mode de production de ces vibrations sonores. Je ne pourrais, sans m'éloigner de l'objet de ces Leçons, discuter ici toutes les questions qui ont été soulevées de la sorte, et je me bornerai à indiquer les principaux ouvrages qui en ont traité (*d*).

Horner, *Special Anatomy and Histology*, t. II, p. 184 (Philadelphia, 1843).
er, *Dissertatio de nexu inter arteriarum truncos et ramos exorientes*. Groningue,
Canstatt's *Jahresber.*, 1857, t. I, p. 77)
-Séquard, *Faits qui semblent montrer que plusieurs kilogr. de fibrine se forment et*
nent chaque jour dans le corps de l'Homme (*Journ. de physiol.*, 1858, t. I, p. 303).
Laënnec, *Traité de l'auscultation*, 1819, t. II.
gan, *On the permanent Patency of the Aortic Valves* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*,
XVII, p. 230).
, *Sur les bruits du cœur et des artères* (*Archiv. de méd.*, 1834, 2ᵉ série, t. V, p. 245).
aud, *Traité clinique des maladies du cœur*, t. I, p. 210 et suiv.
ndie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, t. I, p. 208.
is, *Études physiologiques et cliniques des bruits des artères*. Thèse, Paris, 1837.
Williams et Todd, *Second Report of the London Sub-committee of the British Associa-*
Motions and Sounds of the Heart (*Seventh Meeting of the British Association for the*
at of Sciences, 1837, p. 156).
Recherches sur les causes des bruits normaux des artères (*Archiv. gén. de méd.*,
et 1845, t. VIII), et *Traité d'auscultation*, 1856, p. 375 et suiv.
pe, *Nouvelles recherches sur le bruit de soufflet des artères* (*Arch. gén. de méd.*,
rie, t. III, p. 33).
l, *Essai d'hématologie*, p. 57 et suiv., 1843.
Mém. sur le murmure vasculaire (*Arch. gén. de méd.*, 1843, 4ᵉ série, t. II, p. 405).
et Behier, *Traité élémentaire de pathologie interne*, 1846, t. I, p. 445 et suiv.
rnik, *Unters. über die Erscheinungen an den Arterien und Venen*, 1847.
eret, *Études sur les bruits vasculaires et cardiaques* (*Union médicale*, 1849, p. 499).
ch von Rotterau, *Neue Forschungen über die Schallerzeugung in den Kreislauforga-*
ndl. der phys.-med. Gesellsch. in Wurzburg, 1850).
sius, *Bijdrage tot eene Physische verklaring van de abnormale geruischen in het*

stéthoscope sur le trajet de l'aorte, des carotides ou des sous-clavières, on entend ordinairement deux bruits qui coïncident avec ceux du cœur : l'un, très faible et sourd, se produit en même temps que la diastole du vaisseau (1) ; l'autre, plus clair, accompagne la systole artérielle. Ce dernier diminue et cesse même complétement à très peu de distance du cœur, et ne paraît être autre chose que le second bruit cardiaque qui est transmis par les parois vasculaires de l'orifice aortique vers l'oreille de l'observateur. Mais le bruit sourd, tout en s'affaiblissant dans les vaisseaux plus éloignés du cœur, se fait entendre jusque dans les artères du bras et de la cuisse, et paraît être occasionné par le frottement du liquide en mouvement contre les parois des vaisseaux ou par l'espèce de remous qui s'établit dans les points où ces conduits présentent quelque changement brusque dans leur calibre (2). Effectivement on peut produire un phénomène

(1) Ce bruit coïncide avec le battement du pouls, et, par conséquent, se produit, ainsi que ce battement, en même temps que la systole ventriculaire dans le voisinage du cœur, mais un peu plus tard, dans les artères plus éloignées de cet organe. Ce retard est très sensible chez les individus dont le pouls est rare (*a*).

(2) M. Vernois, qui fut un des premiers à chercher l'explication physique de ce phénomène, pensait que ces bruits résultaient du frottement du liquide en mouvement contre des plis qui se formeraient aux parois des artères quand le sang a subi une diminution dans sa masse (*b*) ; mais de pareils plis n'ont jamais été aperçus dans les cas de ce genre et ne paraissent pas pouvoir se produire. D'ailleurs, en appliquant sur une région du corps la grande ventouse Junod, on peut diminuer beaucoup la quantité de sang en circulation dans les autres parties du système vasculaire, et M. Beau a fait voir que, dans ce cas, loin d'augmenter l'intensité des bruits anormaux dans les artères qui sont ainsi vidées partiellement, on fait cesser peu à peu ces mêmes bruits (*c*).

Un des élèves de l'école physiolo-

vaatstelsel (*Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool*, 1854, p. 1, et *Nederlandsch Lancet*, 1854, 3ᵉ série, t. IV, p. 20).

— Barth et Roger, *Traité pratique d'auscultation*, 1854, p. 471 et suiv.

— Th. Weber, *Physikalische und physiologische Experimente über die Entstehung der Geräusche in den Blutgefässen* (*Archiv für physiol. Heilkunde*, 1855, t. XIV, p. 40).

(*a*) Bouillaud, *Traité clinique des maladies du cœur*, 1835, t. I, p. 204.

(*b*) Vernois, *Études physiologiques et cliniques pour servir à l'histoire des bruits des artères*. Thèse, Paris, 1837.

(*c*) Beau, *Traité expérimental et clinique d'auscultation*, p. 398.

jectant de l'eau dans les artères d'un cadavre ou
; élastiques quelconques, pourvu qu'en pressant
' les parois de ces vaisseaux on y détermine un

i. Heynsius, a fait
s expériences inté-
canisme de la pro-
ns sonores dans les
le coule avec rapi-
ord que ce phéno-
se manifeste dans
ì le tube présente
: la poussée plus ou
uide en mouvement
en le son produit;
de celui-ci dépend
ı degré de vitesse
e le résultat est le
ıvement soit déter-
ssion en amont ou
ı en aval. Enfin, il
bruit vasculaire se
me manière, lors-
la portion renflée
e élastique un tube
dimension, et il a
circonstance pour
ment du courant
rendant ce mouve-
'aide de particules
suspension dans le
nnu ainsi qu'il se
dans ces points de
s le voisinage des
sement, un tourbil-
s fort, et que l'in-
est proportionnée
u remous. La pré-
à la face interne du
les mêmes effets, et

M. Heynsius conclut de ses expériences que c'est le choc des molécules du liquide qui engendre les vibrations sonores, lesquelles se transmettent ensuite aux parois du vaisseau (*a*).

Vers la même époque, M. Th. Weber a étudié également avec beaucoup de soin les circonstances qui influent sur la production des sons dans les tubes élastiques inertes (des tubes de caoutchouc) qui sont parcourus par un courant suffisamment rapide pour mettre leurs parois en vibration, et les résultats auxquels il est arrivé sont en parfait accord avec les faits observés par les pathologistes. Ainsi il a trouvé que les sons se produisent plus facilement dans les tubes à parois minces que dans des tubes à parois épaisses, et dans les gros vaisseaux que dans les petits; que le rétrécissement brusque d'un tube ou le passage du liquide d'un tube étroit dans un tube plus large favorise également le développement de ces vibrations sonores, pourvu que le courant y conserve une vitesse suffisante; enfin, que les liquides d'une faible densité produisent ces sons plus facilement que ceux d'une densité considérable : ainsi les vibrations étaient plus intenses quand il employait de l'eau que lorsqu'il se servait de lait, et s'établissaient plus difficilement quand, au lieu de lait, il faisait usage de sang (*b*).

. (*Onderzoekingen gedaan in het physiologisch laboratorium der Utrechtsche*
1854, p. 53 et suiv.).
cit. (*Arch. für physiol. Heilkunde*, 1855, t. XIV, p. 40).

rétrécissement (1). Il est aussi à noter que ce bruit a
normal augmente à mesure que le cours du sang devien
puissant et plus rapide. Quand la circulation est activ
l'exercice musculaire, on l'entend plus loin dans le sy
artériel que lorsque le cœur se contracte d'une manière
et lente. Enfin il varie aussi quant au timbre, suivant
artères sont plus ou moins distendues par le sang, qu
parois sont plus ou moins épaissies, plus ou moin
tables, etc.; le degré de densité du liquide en mou
influe également sur la facilité avec laquelle ces tub
mis en vibration par le courant qui les traverse, de soi
existe à cet égard des différences suivant l'âge, le se
constitution des individus aussi bien que suivant les pa
système artériel soumises à l'observation (2).

Tout rétrécissement brusque du conduit vasculaire,
autre obstacle local qui entrave le cours du sang dans un
détermine aussi la production de vibrations sonores qui
cent ce bruit normal ou qui en changent le caractère (3

(1) Ce fait a été constaté par Corrigan (*a*), et plus récemment par plusieurs autres expérimentateurs (*b*).

(2) Ainsi les artères crurales donnent un son plus doux et moins sec que les carotides (*c*). Le bruit est d'autant plus intense que le calibre du vaisseau est plus considérable. Il est plus sourd quand celui-ci est très rempli de sang ou que ses parois sont très épaisses. Il est plus mat et plus sec chez les vieillards que chez les adultes, tandis qu'au contraire, chez les femmes, et surtout che fants, il est plus mou. Enfi aussi suivant le degré de te muscles de la région explor

(3) Comme exemple des tériels produits par la dimi calibre d'une artère dans assez circonscrit, je citerai mure dit placentaire, qui es très marqué chez les fen ceintes, et qui dépend de la exercée par l'utérus, tantô iliaques externes, tantôt sur

(*a*) Corrigan, *Op. cit.* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1832, t. XXXVII, p. 230).
(*b*) Piorry, *Op. cit.* (*Arch. gén. de méd.*, 1831, t. V).
— Laharpe, *Op. cit.* (*Arch. gén. de méd.*, 1838, 4ᵉ série, t. II).
— Williams et Todd, *Op. cit.* (*Brit. Associat.*, 1837, p. 156).
— Aran, *Op. cit.* (*Arch. gén. de méd.*, 1843, 4ᵉ série, t. II, p. 424).
(*c*) Vernois, *Études physiologiques et cliniques pour servir à l'histoire des bruits* (thèse, 1837, p. 39).

nt sur le vaisseau avec le doigt ou avec le stéthoscope, aître un bruit de souffle plus ou moins prononcé, et, ins états pathologiques, des phénomènes acoustiques ordre se manifestent à chaque battement du pouls (1). lle, toutes les fois que l'un de ces vaisseaux se trouve par une tumeur voisine, ou que ses parois sont le uelque altération morbide qui diminue sa dilatabilité de sa surface. Des effets analogues se produisent courant circulatoire pénètre dans une portion élargie it ou vient frapper contre les bords d'un orifice, ins les cas où l'artère communique avec une poche le. Enfin ces bruits artériels anormaux s'observent des affections où le degré de contractilité des parois paraît avoir été modifié par l'état général de l'organisme se manifestent toutes les fois que la densité du sang u-dessous d'un certain niveau.

hez les personnes atteintes de chlorose, le bruit de

t d'autres fois sur l'aorte En effet, M. Th. Weber ie, pour faire cesser ce isait de placer le corps ition telle que le vaisseau ne se trouvât plus comtérus (a).

nner a remarqué aussi e pression exercée sur le rtilage costal, du côté it pour provoquer chez fants un murmure très i paraît avoir son siége pulmonaire, et que même effet peut être produit par une forte expiration (b).

(1) Les pathologistes distinguent sous des noms spéciaux (tels que bruit de soufflet, bruit sibilant ou musical, bruit de diable, etc.) les divers sons qui se produisent ainsi dans le système vasculaire, et ils en tirent parti pour le diagnostic des maladies; mais nous n'avons pas à nous occuper ici de ces applications, et je me bornerai à renvoyer aux principales sources où l'on peut puiser pour avoir plus de renseignements sur l'histoire physiologique de ce phénomène (c).

, *Op. cit.* (*Archiv für physiol. Heilkunde*, 1855, t. XIV, p. 40).
, *On the Influence of Pressure in the Production and Modification of palpable Murmurs perceptible over the Heart and great Vessels* (*Medical Times*, 1856,

ssus, page 247, note *d*.

souffle est très développé, et M. Andral a constaté que c
ptôme se manifeste toutes les fois que le sang se trou
pauvri au delà d'un certain degré, et que les globules ne s
vent plus dans la proportion de 8 pour 100 en poids. Les
logistes ont donné diverses théories de ce phénomène si
mais il me paraît devoir dépendre en grande partie des in
de calibre que la contraction irrégulière des parois art
peut déterminer dans des portions voisines d'un même v
contractions locales dont nous avons déjà vu des exem
étudiant les propriétés physiologiques de ces tubes (1)

(1) M. Beau, s'appuyant sur les résultats obtenus dans les expériences sur la production des sons par le passage d'un liquide dans les tubes inertes, croit pouvoir expliquer les bruits en question par un défaut de proportion entre l'ondée de sang lancée dans le système artériel par la systole ventriculaire et la capacité du vaisseau. Ils dépendraient donc de l'augmentation de frottement déterminée, soit par l'introduction d'un volume excessif de sang à chaque contraction du cœur, soit d'une diminution générale dans le calibre des artères, le débit de la pompe cardiaque restant le même. C'est de la sorte qu'il rend compte de l'augmentation de ces bruits chez les chlorotiques, quand la circulation se trouve activée par l'exercice musculaire ou par toute autre cause (a) : et, en effet, la surabondance de l'ondée sanguine peut être une cause de vibrations sonores dans les parois artérielles ; mais il me semble que les phénomènes en question s'expliquent d'une manière bien plus facile à l'aide des changements lo le calibre des vaisseaux que vons pouvoir se produire fluence du système nerveu modifications introduites da position chimique du sang. tout rétrécissement partiel de plusieurs artères doit êtr pagné d'un bruit de souffle moins intense, et c'est dans tions nerveuses que l'on voi ces symptômes se manifeste manière passagère. Ainsi La remarqué que, chez les hy driaques, on voit souvent la tion se faire d'une manière ment normale tant que le m calme ; mais le bruit de so manifeste dans les carotides dè émotion morale vient à trouble cice de cette fonction. Il a re que le même bruit se fait entendre chez les moribonds ; ne croit pouvoir l'attribuer qu'il nomme une sorte de spa l'artère (b). Cette hypothèse a vivement critiquée par quelq

(a) Beau, *Traité expérimental et clinique d'auscultation*, p. 400 et suiv.
(b) Laënnec, *Traité de l'auscultation*, t. II, p. 122 et suiv. (édit. de 1826).

— L'étude anatomique de l'appareil circulatoire nous que des branches particulières du système artériel le sang dans chacune des parties du corps, mais que scules terminaux de ces vaisseaux s'anastomosent sou- par l'intermédiaire des capillaires, communiquent tous (1). Dans certaines parties de l'organisme où le cours

Influence des anastomoses sur la circulation artérielle.

a); mais si l'on substitue à *spasme*, employée par l'il- nec, les mots contraction e locale, on signalera, je ·itable cause physique du , cause qui est à son tour e à l'action du système

donc par suite du désordre dans l'exercice des fonc- tème nerveux par l'appau- du sang, et non à raison 'action d'un liquide peu es parois artérielles, que : des globules entraînerait n du bruit de souffle dans :s constaté par M. An- fectivement, nous savons riences de M. Th. Weber ıution dans la densité du nouvement dans les tubes oin de faciliter le dévelop- vibrations sonores, est une favorable à la manifesta- énomène (*c*); et l'on com- nent qu'il doit en être ıe ces vibrations sont dé- terminées par le frottement du liquide contre les parois du vaisseau, et que ce frottement augmente à mesure que l'adhérence du liquide avec la surface sur laquelle il glisse devient plus grande (*d*).

(1) L'existence de certaines anastomoses artérielles n'avait pas échappé à l'attention des anatomistes de l'antiquité, et Galien parle de quelques-unes de ces communications entre les portions périphériques d'artères différentes (*e*). Après que l'on eut adopté généralement l'usage des injections pour les études angiologiques, les découvertes de cet ordre se multiplièrent beaucoup, et fournirent d'utiles lumières à la chirurgie; mais jusque vers la fin du siècle dernier, beaucoup d'auteurs considéraient les anastomoses comme des dispositions exceptionnelles, et ce sont principalement aux recherches de Scarpa, chirurgien célèbre de l'école de Pavie, que l'on doit la connaissance de la solidarité établie par ce moyen entre toutes les parties du système artériel (*f*).

, *Traité des maladies du cœur*, t. I, p. 230.
sai d'hématologie.
r, *Op. cit.* (*Arch. für physiol. Heilkunde*, 1855, t. XIV).
ndant à noter qu'en employant une dissolution de gélatine, M. Aran n'a pu produire nores, tandis qu'avec de l'eau le bruit était très fort. (*Op. cit.*, *Arch. gén. de méd.*, 25.)
: *l'utilité des parties du corps*, livre XVI, chap. x (*Œuvres*, trad. de Daremberg,
ll aneurisma riflessioni ed osservazioni anatomico-chirurgiche, 1804, cap. I à IV.

du sang dans le tronc principal est exposé à renconl obstacles, des voies latérales assez larges se trouvent m ainsi pour le maintien de la communication entre les port vaisseau situées en amont et en aval de l'obstruction; et l par suite d'une circonstance anormale, une artère vien oblitérée, on voit presque toujours la circulation re assez promptement son activité ordinaire dans les dépe du conduit interrompu : car les ramuscules anastomoti relient entre elles les branches dont le point d'origine s des deux côtés de l'obstacle se dilatent, et le sang ainsi dans la portion périphérique du système par un détourné (1). Les transformations qui s'opèrent de la sor manière accidentelle sont analogues à celles que nous av

(1) J'ai déjà eu l'occasion de parler de quelques-unes de ces anastomoses, par exemple de celles qui existent entre les divers troncs artériels de la tête (a); et pour montrer combien ces voies, que l'on peut comparer à des chemins de traverse tracés entre des grandes routes collatérales, sont faciles, je citerai des expériences dans lesquelles le passage du sang a été interrompu brusquement dans les principaux vaisseaux de la tête sans qu'il en soit résulté aucun trouble grave dans la circulation. Vers la fin du XVII[e] siècle, Valsalva, l'élève favori de Malpighi, lia à la fois les deux artères carotides primitives chez un Chien : l'animal en souffrit peu, et plus de trois semaines après l'opération, on le tua, afin d'employer son cadavre pour des travaux anatomiques (b). Astley Cooper a obtenu des résultats analogues, en opérant sur des Animaux de la même espèce ; mais il a recon communications anastomo moyen desquelles la circ maintient dans les parties riques du système carotidi pas toujours aussi faciles. que la ligature des deux ca détermine pas la mort, che il faut mettre un certain la temps entre l'application d mière et de la seconde lig d'amener peu à peu le de saire de dilatation dans l anastomotiques qui relient ches de ces vaisseaux a vertébrales (c).

Chez l'Homme, la circul recte du sang dans les vais tête paraît être moins faci dant la ligature de l'une de primitives a été souvent avec succès. Cette opérat a été faite plus de 15

(a) Voyez ci-dessus, tome III, p. 532 et suiv.
(b) Valsalva, *Opera, cum addit. Morgagni*, epist. XIII, p. 507 (1740).
(c) Astley Cooper, *Experim. and Observ. on the tying of the Carotid and Verte* (*Guy's Hospital Reports*, t. I, p. 457, fig.)

ter pendant la vie embryonnaire, lorsque le courant
: devait changer de route sur quelques points de
urs; et c'est par suite de l'établissement de ces
ommunication latérales que l'oblitération d'un gros
·iel peut avoir lieu sans entraîner la mort des par-
rganisme dont les vaisseaux naissent au-dessous du
passage direct des liquides nourriciers est devenu
(1). Ainsi, dans les opérations chirurgicales, on lie

u moins les malades ont

plupart des cas, c'est par
de vaisseaux anastomo-
stants que la communi-
ent libre entre les deux
ne artère séparées par
ou tout autre obstacle, et,
ı route suivie par le sang
dans le tronçon inférieur
est fort détournée (*b*).
: physiologistes pensent
me de la sorte seulement
ılation se rétablit dans
e partie du vaisseau à la

suite de l'application d'une ligature (*c*), mais il me paraît bien démontré aujourd'hui que dans quelques circonstances il y a réellement production de vaisseaux nouveaux (*d*). Du reste, lors même qu'il en est ainsi, ce sont des capillaires seulement qui se forment d'abord, et c'est peu à peu qu'ils se dilatent et acquièrent des parois plus épaisses, tout comme cela se voit pour les ramuscules préexistants dont l'élargissement suffit d'ordinaire pour rendre la communication anastomotique assez large pour permettre le passage de la quantité de sang néces-

peau, *Nouveaux éléments de médecine opératoire*, 1839, t. II, p. 231.
e sujet :
ases in Surgery, p. 139, pl. 7.
s, *Observations anatomiques faites sur un sujet opéré suivant le procédé de névrysme de l'artère poplitée* (*Mém. de l'Acad. des sciences*, *Savants étrangers*,

oper, *Case of femoral Aneurism for which the external iliac Artery was tied,* *st of the Preparation of the Limb dissected at the expiration of eighteen Years* *Reports*, 1836, t. I, p. 43, pl. 1 et 2). — *Account of the first Successful Operation* *ıe common Carotid Artery for Aneurism in 1808 ; with the post-mortem Exami-* . (*Guy's Hosp. Rep.*, t. I, p. 53, pl. 3).
Clinique chirurgicale, t. I, p. 127.
ıatomie générale, t. I, p. 345 (édit. de 1818).
Mém. sur l'anévrysme et la ligature des artères, 1802, p. 106 et suiv., pl. 1 et 2.
n, *Experim. nonnulla circa vitam arteriarum et circulationem sanguinis per* *a.* Manheim, 1822.
ı sujet :
ry, *Additional Experiments on the Arteries*, p. 32 et suiv.
Disquisitio de arteriarum regeneratione. In-4, Bonn, 1823.
ıatura medicatrice sicubi arteriæ vulneratæ et ligatæ fuerint, 1826.
rg, *Rétablissement de la circulation après la ligature et la section des troncs* . *des progrès*, 1828, t. XII, p. 70 et suiv.).
pér. sur la régénération des artères, extr. par Christiani (*Journ. de Prague*, . 80).

souvent une artère, qui devient alors imperméable dans u
taine longueur, mais ce vaisseau reçoit de nouveau du sang
que distance au-dessus de la ligature; et l'on connaît un
nombre de cas où une oblitération analogue s'est produit
tanément dans une des maîtresses branches du système
sans entraîner aucun trouble grave dans la circulation.
descendante, par exemple, a pu se rétrécir non loin d
de façon à ne laisser passer que fort peu de sang ou à
complétement imperméable dans une certaine étendue, s
la circulation en ait été interrompue dans les diverses
du corps dont les vaisseaux dépendent de l'aorte abdo
car la communication entre les portions du tronc artériel
en amont et en aval de l'obstruction s'est établie par de
ches anastomotiques latérales dont le calibre a grandi
tionnellement à la quantité de liquide qui avait à y pas
Quand l'oblitération s'opère graduellement et avec len

saire à l'entretien du service irrigatoire dans les conduits alimentés de la sorte.

Dans quelques cas d'oblitérations artérielles, la circulation se rétablit en aval de l'obstacle par des voies très détournées. Ainsi, d'après les observations de M. Hamernik (de Prague), il paraîtrait que lors de la ligature de l'artère sous-clavière gauche, le sang arrive dans le membre correspondant par l'intermédiaire des vaisseaux de la tête, et en passant successivement dans le tronc brachio-céphalique, l'artère sous-clavière droite, la vertébrale du même côté, le cercle de Willis et l'artère vertébrale gauche; de façon que dans ce dernier vaisseau, le cours du liquide est rétrograde (*a*).

(1) Les pathologistes ont rencontré dans leurs autopsies un a
nombre d'exemples d'oblitéi
ou moins complète du tronc
dont on n'avait pas même s
l'existence pendant la vie
dividu, et dont la date d
cependant fort ancienne.
les communications entre
portions du vaisseau a
s'étaient rétablies par le
cules anastomotiques qui
les rameaux dépendants d
sous-clavières aux branches
descendante, et qui s'étai
coup dilatés. Des cas de
ont été mentionnés par M
Severinus, Fantoni, Stork
Meckel (l'ancien), Sandifo
ques autres anatomistes du

(*a*) Hamernik, *Ueber die Verhältnisse des Umfanges und der Pulsationen peripher*
rien bei Obliteration des Anfangsstückes der absteigenden Aorta (*Prager Vierteljahr*
prakt. Med., 1848, t. XX, p. 40).

la dilatation des canaux anastomotiques puisse s'ef-
nesure que le besoin des voies latérales se fait sentir, ulte souvent aucun phénomène physiologique appré- ıdant la vie de l'individu ; et en général, lors même rrompt brusquement le passage dans un gros vaisseau, ela arrive quand on en pratique la ligature, les accidents

; une des premières obser- amment approfondies est ie dans le service chirurgi- t par son prosecteur Pâris. ›mme âgée de cinquante ›tait tellement contractée le sa crosse, que ce vais- à peine passage à un tuyau le sang arrivait en aval de principalement à l'aide noses développées entre ‹ thoraciques dépendants brachio-céphalique et les es artères intercostales, tiques et épigastriques (*b*). cas analogue décrit par ›ar Graham, l'aorte était nt oblitérée dans l'étendue me ligne au-dessous de : la sous-clavière gauche, › dilatée en amont. Enfin ntrait en aval de l'oblité- rois des intercostales, qui ; dilatées et s'anastomosaient avec des branches dépendantes du tronc brachio-céphalique (*c*).

Chez un homme de trente-cinq ans, dont l'autopsie a été faite par Alex. Meckel, on trouva l'aorte presque oblitérée dans le voisinage du canal artériel ligamenteux, mais on fit passer très facilement une injection grossière de l'artère brachio-céphalique dans l'aorte abdominale par l'intermédiaire d'une sorte de *rete mirabile* développé entre les branches dépendantes de ce vaisseau et celles de l'aorte thoracique descendante (*d*).

Je pourrais citer plusieurs autres cas plus ou moins semblables aux précédents, mais je me bornerai à ajouter que c'est ordinairement dans le voisinage de l'embouchure du canal artériel que l'aorte présente ces rétrécissements, qui semblent être la conséquence d'une extension anormale du travail organogénique qui amène d'ordinaire la simple obli-

ıverinus, *Hist. mirabilis aneurismatis interni* (*De recondita natura abscessuum*, ıppend., p. 280).
ıntoni, *Observationes anatomico-medicæ selectiores*, 1699, p. 10.
ınnus medicus, 1762, p. 262.
De steatomatibus in principio arteriæ aortæ repertis (Haller, *Disputationes ad toriam et curationem facientes*, t. II, p. 530).
ckel, *Observat. d'anat. et de phys. concernant une dilatation extraord. du cœur* ..., 1750, t. VI, p. 163).
, *Observ. anatomico-pathologicæ*, lib. IV, cap. x (1777).
sement considérable de l'aorte pectorale observé à l'Hôtel-Dieu* (*Journal de chirurg.* 91, t. II, p. 107).
Case of Obstructed Aorta (*Med.-Chirg. Trans.*, 1814, t. V, p. 287).
Obs. d'un cas d'oblit. de l'aorte (*Journal de médecine*, 1815, t. XXXII, p. 377).
, *Verschliessung der Aorta am vierten Brustwirbel* (Meckel's *Archiv für Anat. und* ı, p. 345).

qui se manifestent de prime abord par suite du grand ralentissement de la circulation dans toute la portion du système vasculaire ainsi isolé, ne tardent guère à se dissiper (1).

tération de ce conduit anastomotique (*a*).

Du reste, la circulation indirecte qui, dans tous ces cas, a dû s'établir dans l'aorte ventrale et ses branches, ne doit pas être considérée comme la conséquence de larges anastomoses normales entre ces vaisseaux et les rameaux du système céphalo-brachial, mais de l'hypertrophie graduelle de ces voies de communication à mesure que le passage du sang dans la portion rétrécie du tronc aortique devenait plus difficile ; aussi, lorsque celui-ci vient à s'oblitérer brusquement, les parties périphériques qui en dépendent ne reçoivent plus la quantité de sang qui leur est nécessaire. La preuve nous en est fournie par une opération hardie, tentée en Angleterre par Astley Cooper, dans un cas où la mort du malade était imminente, par suite de la rupture d'un anévrysme. Ce chirurgien eut recours à la ligature de l'aorte abdominale, et l'opération ne détermina aucune inflammation grave dans l'abdomen, mais le cours du sang ne put se rétablir suffisamment dans les membres inférieurs, qui devinrent froids et insensibles ; enfin le malade succomba le lendemain, et l'autopsie fit voir que la mort devait être attribuée à cette interruption de la circulation (*b*).

On doit à M. Tiedemann un travail spécial sur le rétrécissement et l'oblitération de diverses artères; ouvrage dans lequel l'auteur a consigné beaucoup d'observations qui lui sont propres, en même temps qu'il a rapporté celles recueillies par ses prédécesseurs (*c*).

(1) Ainsi que nous l'avons déjà vu (*d*), la ligature d'une grosse artère

(*a*) Voyez une observation de Winstone, citée dans *Surgical Essays* by Astley Cooper and B. Travers, 1818, part. I, p. 115.

— Al. Monro, *Observat. on Aneurism of the Abdominal Aorta, accompanied by the Obliteration of that Artery* (*Edinburgh Journal of Med. Science*, 1827, t. III, p. 74).

— Velpeau, *Exposition d'un cas remarquable de maladie cancéreuse avec oblitération de l'aorte*. In-8, 1825.

— Ad. Otto, *Neue seltene Beobacht. zur Anat., Physiol. und Pathol. gehörig*, 3e partie, p. 6.

— Reynaud, *Observ. d'une oblitération presque complète de l'aorte* (*Journal hebdomadaire de médecine*, 1828, t. I, p. 161).

— Legrand, *Du rétrécissement de l'aorte*, 1832, p. 58.

— J. Jordan, *A Case of Oblit. of the Aorta* (*North of England Med. and Surg. Journ.*, 18.., vol. I, p. 101).

— Crampton, *A case of obliterated Aorta* (*Dublin Hospital Reports*, t. II, p. 193).

— Craigie, *Instance of Obliteration of the Aorta beyond the Arch* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1841, t. LVI, p. 427).

— Barth, *Mém. sur les rétrécissements et les oblitérations spontanées de l'aorte* (*Presse médicale*, 1837, t. I, p. 457).

— Mauriel, *Case of Constricted Aorta* (*Guy's Hospital Reports*, 1842, t. VII, p. 453).

— Hamernik, *Einige Bemerkungen über die Obliteration des Anfangsstückes der absteigenden Aorta* (*Prager Viertelj.*, 1844, t. I, p. 41).

— Oppolzer, *Beiträge zur Pathologie der angeborenen Verengerung der Aorta* (*Prager Vierteljahrschrift für die prakt. Heilkunde*, 1848, t. XIX, p. 65).

(*b*) Astley Cooper and Travers, *Surgical Essays*, t. I, p. 114.

(*c*) Tiedemann, *Von der Verengung und Schliessung der Pulsadern in Krankheiten*, 1843.

(*d*) Voyez tome I, page 319.

avons vu que dans quelques parties du système circu-
›s artères s'anastomosent, non pas à l'aide de leurs
; terminales, mais par inosculation, c'est-à-dire direc-
:omme si elles se rencontraient bout à bout et se confon-
puis les anses ainsi formées fournissent des branches
, et celles-ci constituent aussi des arcades d'où naissent
ıscules plus ténus (1). Cette disposition a surtout pour
surer la distribution du sang dans les organes corres-
·, quand ces parties sont sujettes à changer souvent de
et que leurs vaisseaux sont exposés à être comprimés
lques-uns de ces mouvements, ainsi que cela a lieu
intestins grêles (2).

ral suivie de l'insensibilité ›n du corps où ce vaisseau La partie qui est ainsi pri- portion considérable du ıaire à sa vitalité se refroi- l souvent une teinte livide; l la circulation s'y rétablit des vaisseaux anastomo- symptômes se dissipent, et ème très souvent que, pen- :urs jours, la température ısse le degré normal. On · en règle qu'en général ıent de cette circulation in- d'autant plus facile que la térielle oblitérée est d'un s élevé. Ainsi qu'il est aisé ›ir, le sang arrivé dans la vaisseau située en aval du :ré coule d'un mouvement n'y détermine aucun bat- pression sous laquelle ce neut est beaucoup moins en amont de l'obstacle, et c'est sur la connaissance de ce fait que repose la pratique de la ligature des artères dans les cas d'anévrysmes. Il est cependant à noter que le sang peut en général arriver en abondance dans la portion périphérique d'une artère oblitérée, et que par conséquent lorsqu'un de ces vaisseaux est divisé et donne lieu à une hémorrhagie grave, il est nécessaire d'en faire la ligature en aval aussi bien qu'en amont de l'ouverture.

(1) Voyez ci-dessus, t. III, p. 554.

(2) Araldi s'est appliqué à montrer que les anastomoses des artères servent à augmenter la capacité de la portion correspondante du système vasculaire, sans influer notablement sur la vitesse moyenne du courant sanguin dans cette même portion du cercle circulatoire (*a*); mais cela est subordonné au diamètre relatif des vaisseaux en amont et en aval de leur point de jonction.

ı, *De l'usage des anastomoses dans les vaisseaux des machines animales*. In-8,

Influence des plexus vasculaires sur le cours du sang.

§ 10. — On n'est encore que peu renseigné sur plexus vasculaires qui se rencontrent parfois sur certaines artères, et qui sont connus des anatomistes de *rete mirabile* (1). Je ferai remarquer cependant stitution d'un grand nombre de petits vaisseaux unique doit amener une grande augmentation dans l' parois vasculaires correspondantes à un volume donn et par conséquent elle doit rendre plus facile le loge charge additionnelle sous l'influence de la pression Il en résulte que cette disposition anatomique doit ter lariser le cours du sang dans les parties auxquelles se distribuent, et doit contribuer à les soustraire périodiques qui se font sentir dans les grosses chaque battement du cœur. Il me paraît probable le principal usage des plexus qui sont situés sur l artères du cerveau, de l'œil et de quelques autres org texture délicate; mais nous ne savons encore rie sur l'utilité de cette disposition dans les membres Animaux, tels que les Paresseux, dont les muscl rester longtemps dans l'état de contraction (2).

Comme exemple de l'influence régulatrice des seaux sur le cours du sang dans les portions s

(1) Voyez tome III, page 535, etc.

(2) On a pensé assez généralement que ces divisions des troncs artériels en un grand nombre de ramuscules devaient avoir pour effet de ralentir le cours du sang dans les parties auxquelles ces vaisseaux se distribuent (*a*); mais les recherches de M. Volkmann tendent à établir qu'il en est autrement, et que le courant circulatoire est plus rapide en so plexus qu'en y entrant marqué aussi que le ple la cavité crânienne du beaucoup de nerfs, et il comme étant fort contr permet à cet appareil manière d'un régulateu tenir un mouvement unil cours du sang destiné à

(*a*) Carlisle, *Op. cit.* (*Philos. Trans.*, 1800, p. 98).
(*b*) Volkmann, *Hämodynamik*, p. 276.

l'appareil circulatoire, je citerai ce qui a lieu chez les jeunes Poissons, lorsque le système aortique de ces Animaux, au lieu d'être continu, comme à l'époque où les arcs vasculaires des branchies sont simples, se trouve interrompu par le développement du réseau capillaire respiratoire. Avant cette époque, le cours du sang est rémittent dans l'aorte dorsale, et dans ses principales branches aussi bien que dans le voisinage immédiat du cœur (1); mais lorsque ce liquide n'arrive dans le premier de ces vaisseaux qu'en traversant le réseau de petits canaux creusés dans l'épaisseur des appendices branchiaux, le pouls cesse d'exister dans toute cette portion du système artériel et ne persiste qu'en amont du plexus, c'est-à-dire dans l'artère branchiale.

Tout ce que je viens de dire au sujet du cours du sang du cœur vers les organes est surtout applicable à ce qui se passe dans les gros troncs ou dans les branches centrifuges du système artériel; l'étude de la circulation dans les dernières divisions de cet ensemble de vaisseaux ne peut pas toujours se séparer de l'investigation des phénomènes dont les capillaires sont le siége. J'y reviendrai donc dans la prochaine Leçon, où je me propose d'examiner plus particulièrement le rôle de tous les petits vaisseaux sanguins qui sont en réalité les canaux nourriciers des organes, et qui, par leur assemblage, forment le lacis placé entre les tuyaux de distribution du sang et les conduits centrifuges destinés à ramener ce liquide vers le cœur.

(1) C'est chez les embryons très jeunes que le mouvement du sang est saccadé dans la portion posthyoïdienne du système artériel, ainsi que cela a été constaté d'abord par Dœllinger, puis par M. Vogt (a).

(a) Dœllinger, *Vom Kreislaufe des Blutes* (*Denkschr. der Akad. zu München*, 1820, t. VII, p. 215).
— Vogt, *Embryologie des Salmonés*, p. 209 et suiv. (*Histoire des Poissons d'eau douce*, par Agassiz).

TRENTE-SIXIÈME LEÇON.

Du cours du sang dans les capillaires. — Cause de ce mouvement. — Prop ces vaisseaux. — Circonstances qui peuvent déterminer la stase du s leur intérieur; quelques considérations sur l'hypérémie et l'inflammation.

Aspect de la circulation dans les vaisseaux capillaires.

§ 1. — La circulation du sang dans le système capilla les artères se terminent et où les veines prennent nais est un des spectacles les plus beaux et les plus intéressant le naturaliste; la démonstration de ce phénomène doit sairement faire partie de tout enseignement public qui objet la physiologie de l'Homme ou des Animaux, et pa séquent, avant d'aborder le sujet principal de cette Leçon laquelle je me propose de faire l'histoire du cours du san cette portion du cercle vasculaire, il me paraît utile c comment on peut avec facilité le voir et l'étudier.

Pour les observations de ce genre, on fait commun usage de la Grenouille, qui, à raison de la grandeur globules sanguins, de sa vitalité tenace et de la confor de diverses parties de son corps, est très commode pou vestigation microscopique des mouvements du sang. P longtemps on choisissait presque toujours la palmure digitale de la patte postérieure de ce Batracien, et en fix doigts de façon à la tendre au-dessus d'une espèce de fenêtre pratiquée dans une plaque de liége, il était facile placer sous l'objectif du microscope et de l'observer au r de la lumière transmise (1) : mais je préfère employer la l

(1) Pour assujettir la Grenouille sur le porte-objet, on peut la placer dans un petit sac de toile que l'on ferme autour de la jambe destinée à l'observation, et que l'on attache, à l' cordons, sur la plaque de liég j'ai parlé ci-dessus, ou sur une métallique convenablement pe

ême Animal, car cet organe se laisse facilement renverser ehors et étendre de façon à devenir fort transparent; aisseaux sanguins sont plus nombreux et plus serrés, et la sition des capillaires s'y voit mieux (1).

and on examine de la sorte la circulation du sang, on a les yeux une multitude de courants rapides qui charrient lobules hématiques en nombre presque incalculable, qui ncontrent ou se séparent à chaque instant, comme un dont le lit serait parsemé d'une foule de petits îlots, et 'espace en espace communiquent avec des torrents plus , lesquels marchent en sens contraire les uns des autres, et partiennent effectivement, ceux-ci aux artères, ceux-là aux . Dans les grands canaux afférents, le sang se meut d'une re continue, mais saccadée, et son cours s'accélère à e battement du cœur; mais dans le réseau capillaire le it s'avance d'une manière uniforme, et c'est aussi sans ses qu'il s'échappe par les veines. Le torrent est d'abord de, qu'on y distingue à peine la forme des globules; mais peu il se ralentit, et si les forces de l'Animal s'épuisent,

a patte, restée libre, doit être fixée au-dessus de la fenêtre -objet, à l'aide de fils attachés émité des doigts (*a*). Comme iteur est souvent fort gêné mouvements de l'Animal, rt conseille, avec raison, de ir celui-ci dans un état d'anes-ègère, au moyen de la vapeur ou de produire une para-le par la section de la moelle (*b*).

(1) Chez la Grenouille, la langue, au lieu d'être attachée au plancher de l'arrière-bouche par son extrémité postérieure, comme chez la plupart des Vertébrés, est attachée à la partie antérieure de la mâchoire inférieure, et se renverse facilement soit en arrière, vers le pharynx, soit en avant et au dehors. L'idée de l'emploi de cet organe pour la démonstration de la circulation capillaire appartient à M. Waller (*c*).

plus de détails au sujet de la disposition du porte-objet, voyez Queckett, *Practical n the Use of the Microscope*, 1848, p. 337, fig. 220 et 221.
rt, *Mém. sur les changements vasculaires que provoque la localisation inflammatoire a Société de biologie*, 1852, t. IV, p. 79).
s Donné, *Cours de microscopie*, 1844, p. 107 et suiv.

ou si le jeu des parties est gêné, il devient oscillatoire s'arrête (1).

Caractères généraux du courant sanguin dans les capillaires.

§ 2. — Pour bien comprendre les divers phénom nous offre le passage du sang dans ce système des capillaires interposés entre les branches terminales d et les racines des veines, il est nécessaire de se r disposition anatomique de ces canalicules, et de ne p de vue que partout ils débouchent les uns dans les façon à constituer une sorte de réseau à mailles plus serrées, qu'ils sont remplis d'un liquide incompressible ne présentent dans leur structure rien qui puisse em fluide de s'y mouvoir librement dans toutes les direc Si la pression supportée par la section de la colonne située à chaque extrémité d'un de ces petits vaissea même, le liquide contenu dans son intérieur y re repos ; mais pour peu que cette pression devienne pl à l'un des orifices, l'écoulement s'effectuera à l' opposée, et un courant s'établira dans toute la lon canal. Or, le sang, chassé sans cesse dans les artèr battements du cœur et poussé hors du système artér

(1) Quiconque a vu ce phénomène comprendra que j'ai dû considérer comme inutile l'examen des hypothèses de quelques écrivains de l'Allemagne, d'après lesquels le sang, au lieu de passer des artères dans les veines, se transformerait en tissus organiques dans les parties périphériques du système vasculaire où se produirait en même temps du sang nouveau qui entrerait dans les veines. On trouve dans les ouvrages de Burdach et de M. Bérard un exposé so opinions singulières de W Runge et de quelques a cins à ce sujet (*a*).

(2) M. Wharton Jone expériences sur la circul cutanée chez la Grenouill observé de ces courants dans les artérioles dont le été interrompu dans un p donné de ces phénomèn cription très détaillée (*b*).

(*a*) Burdach, *Traité de physiologie*, t. VI, p. 200.
— Bérard, *Cours de physiologie*, t. II, p. 750.

(*b*) Wharton Jones, *On the State of the Blood and the Blood-vessels in Inflam* *Hospital Reports*, 1851, 2e série, t. VII, p. 24 et suiv.).

ces vaisseaux, fait constamment effort pour pénétrer ;seau capillaire ; et comme la résistance à vaincre du veines est moins grande que la pression ainsi déve- s'établit dans ce réseau un courant dont la direction ;st des artères vers les veines (1). Mais les commu- ;ntre ces deux points extrêmes ont lieu par une mul- voies indirectes, et, suivant que le passage devient ıoins facile à l'une ou à l'autre extrémité de chacune :hes de ce lacis, le sens du courant peut changer u plusieurs de ces petits canaux sans que la direction lu flot en soit altérée (2).

que nous le verrons bien- contenu dans les veines ;galement à une certaine c'est seulement l'inégalité forces contraires qui dé- ıssage de ce liquide des ar- ı veines; de sorte que si, par circonstance quelconque, rtérielle vient à être dimi- ıression veineuse augmen- ıe certaine partie du sys- toire, il pourra arriver que urant se renversera, et que ortera des veines dans les reflux du fluide nourricier nt lorsque, par l'effet d'une :ée autour d'un membre, n a été interrompue pen- ·tain temps dans la partie ;(a).
on exercée d'une manière ır le sang par les parois ux a été mise aussi en évidence par les expériences de M. Brunner. Ce physiologiste a mesuré cette pression à l'aide du kymographe de M. Ludwig, chez des Animaux dont le système musculaire général était plongé dans un état de relâchement par l'action du chloroforme ou de l'opium, et dont le cœur était paralysé momentanément par l'effet de la galvanisation des nerfs pneumogastriques (b).

(2) Ainsi, lorsque le passage vient à être interrompu dans une des artérioles de ce réseau capillaire, le sang qui arrive dans ce vaisseau s'en écoule par les branches latérales, situées en amont de l'obstacle, et y rentre par d'autres branches dont l'embouchure se trouve en aval du point obstrué (c). Il en résulte qu'alors le courant qui traverse ces dernières branches, au lieu d'aller, comme d'ordinaire, du tronc vers le réseau, se dirige en sens in-

er, *Experimente über die Stase an der Frosch-Schwimmhaut* (Müller's *Archiv für* ysiol., 1852, p. 361).
Ueber die Spannung des ruhenden Blutes im lebenden Thiere (*Zeitschr. für* , 1854, 2e série, t. V, p. 336).
s, *On the State of the Blood and the Blood-vessels in Inflammation* (*Guy's Hospital*]).

Cause du mouvement du sang dans les capillaires.

Quelques physiologistes ont supposé que la circulation du sang dans les vaisseaux capillaires était soustraite à l'influence du cœur, et dépendait d'une force particulière inhérente à ces petits vaisseaux et dont le mode d'action aurait été difficile à expliquer (1). Mais cela n'est pas, et ce sont les mouvements du cœur qui déterminent le passage de ce liquide dans cette

verse, et va de la périphérie vers le centre du système (*a*). Pour plus de détails à ce sujet, je renverrai aux expériences de M. Poiseuille (*b*), et je me bornerai à ajouter ici que les phénomènes d'oscillation qui se manifestent souvent dans les mouvements du sang des capillaires, quand la circulation devient languissante, et qui ont beaucoup occupé l'attention des anciens micrographes, dépendent, en général, de la même cause (*c*). Effectivement, quand le cœur cesse de pousser le sang avec force dans une direction déterminée, le liquide contenu dans les capillaires tend toujours à se porter là où il trouve le moins de résistance, et par conséquent tout changement dans la pression exercée sur une portion du système vasculaire, et, à plus forte raison, tout orifice d'écoulement pratiqué artificiellement (*d*), devient la cause d'un courant dans les parties circonvoisines ; mais ces mouvements locaux n'ont rien de commun avec la circulation générale, et c'est à tort que quelques physiologistes en ont argué pour soutenir que le grand travail irrigatoire pouvait s'effectuer sans l'intervention du cœur.

(1) Ainsi Bichat supposait que les mouvements du cœur ne produisent le cours du sang que dans les artères, et que dans les capillaires la circulation est déterminée par ce qu'il appelait la contractilité organique insensible de ces petits vaisseaux (*e*).

Plus récemment Wilson Philip a cherché aussi à établir que le mouvement du sang dans les capillaires est indépendant de l'action du cœur. Il s'appuie principalement sur des expériences dans lesquelles il a vu ce phénomène continuer pendant un certain temps après l'interruption de toute communication entre cet organe d'impulsion et le système artériel (*f*) ; mais il semble oublier que la dilatation des artères est le résultat de la pression développée par les contractions du cœur, et que la force transmise ensuite au sang par le resserrement de ces vaisseaux est par conséquent une force qui, en majeure partie,

(*a*) Haller, *Mém. sur le mouvement du sang*, p. 88, etc.— *Elementa physiologiæ*, t. II, p. 210.

(*b*) Poiseuille, *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires*, 1835 (extrait des *Mém. de l'Acad. des sciences*, *Sav. étrang.*, t. VII).

(*c*) Spallanzani, *Expériences sur la circulation*, p. 156, 192, etc.

(*d*) Haller, *Effets de la saignée sur la direction du sang* (*Mémoire sur le mouvement du sang*, p. 96 et suiv.).

(*e*) Bichat, *Anatomie générale*, t. I, p. 307 et suiv. (édit. de 1818).

(*f*) Wilson Philip, *Some Observations relating to the Powers of Circulation* (*Medico-Chirurg. Transactions*, 1823, t. XII, p. 401 et suiv.).

ortion du système irrigatoire aussi bien que dans les artères ; eulement la plus grande partie ou même la totalité de la force motrice développée par cet organe d'impulsion ne se fait pas sentir directement dans le réseau capillaire, et n'y exerce son action que par l'intermédiaire des parois artérielles, qui agissent à la manière d'un ressort, comme nous l'avons vu dans une des dernières Leçons, et qui déterminent de la sorte une pression constante (1). L'étude du cours du sang dans les veines nous offrira bientôt des preuves évidentes de cette extension du rôle que le cœur remplit dans le mécanisme de la circulation ; cependant il ne sera pas inutile de fixer notre attention sur quelques expériences à l'aide desquelles on peut démontrer directement l'influence des battements de cet organe central sur le passage du sang dans l'intérieur des capillaires eux-mêmes.

On sait, par les observations de Spallanzani et de plusieurs autres physiologistes, que dans certaines circonstances le cours du sang dans les capillaires, au lieu d'être uniforme, ainsi que cela se voit dans l'état normal, devient saccadé, comme dans les grosses artères, et que cette accélération dans son mouvement progressif coïncide avec l'injection de chaque ondée de fluide dans ces derniers vaisseaux par les contractions cardiaques. Cela se remarque quand les forces générales de l'organisme s'épuisent, et que les artères, n'ayant plus assez de élasticité pour réagir sur les liquides qui les distendent, laissent

...en totalité, a son principe dans le cœur et non dans les parois vasculaires.

M. Pigeaux a cru pouvoir démontrer aussi que l'action du cœur n'intervient que peu dans le développement de la force qui fait circuler le sang dans les capillaires (a) ; mais ses raisonnements ont été réfutés par M. Poiseuille (b).

(1) Voyez ci-dessus, pages 168, 193, etc.

(a) Pigeaux, *Nouv. rech. sur l'influence qu'exerce la circulation capillaire sur la circulation générale* (*Journal universel et hebdomadaire de médecine*, t. XII, p. 65).

(b) Poiseuille, *Recherches sur la circulation capillaire, etc.* (*Journal univ. et hebdom. de méd.*, t. XII, p. 365).

passer le flot sanguin comme le feraient des tubes à rigides. Chez la Grenouille, on peut produire à vol mode de circulation rémittente jusque dans les capillai même au delà, en paralysant en quelque sorte les vai sanguins à l'aide d'une ligature passée autour de la pa Ainsi M. Poiseuille a fait voir que si l'on interrompt le pass sang dans les veines de la cuisse d'une Grenouille, le n ment de ce liquide, au lieu d'être comme d'ordinaire un dans les capillaires de la palmure des doigts, y devient sa puis oscillatoire seulement, et ces oscillations sont sy niques avec les mouvements de systole du cœur (2).

J'ajouterai que, pendant la première période de la v bryonnaire, ce phénomène, qui dénote l'influence dir cœur sur le cours du sang, peut même se manifester dan normal. Ainsi Spallanzani a vu chez les jeunes têtards d

(1) La progression rémittente du sang dans les capillaires, aussi bien que dans les petites artères, a été observée quand la circulation devenait languissante ou était entravée par la constriction du membre, non-seulement par Spallanzani, mais par Wedemeyer, Thomson, Hastings, W. Jones, M. Boulland et plusieurs autres physiologistes (*a*); j'ajouterai que, dans certains états pathologiques, si l'on exerce une certaine pression sur la sclérotique, on peut voir les battements pulsatiles jusque dans l veines du fond de l'œil. I Trigt, Coccius et Donders on observations intéressantes su nomène, à l'aide de l'oph cope (*b*).

(2) Ces oscillations sont p d'une part, par le cœur, qui sang dans les artères, les cap les veines; d'autre part, par consécutif des vaisseaux liquide n'a pu s'échapper à la ligature (*c*).

(*a*) Spallanzani, *Expériences sur la circulation*, p. 147, etc.
— Wedemeyer, *Untersuchungen über den Kreislauf des Blutes*, p. 212.
— Thomson, *Traité de l'inflammation*, p. 51.
— Hastings, *On the Inflamm. of the Mucous Membrane of the Lungs*, p. 48.
— W. Jones, *On the State of the Blood and the Blood-vessels in Inflammation* (Gu *Reports*, 2ᵉ série, t. VII, p. 19).
— Boulland, *Recherches microscopiques sur la circulation du sang*. Thèse, Paris, 1
(*b*) Van Trigt, *Die Oogspiegel* (*Nederl. Lancet*, 1858, 3ᵉ série, t. II, p. 456).
— Coccius, *Ueber die Anwendung des Augenspiegels*, 1853, p. 3 et suiv.
— Donders, *Die Zigtbare Verschijnselen van Bloedsomloop in het Oog*. (*Nederland* 1855, 3ᵉ série, t. IV, p. 253).
(*c*) Poiseuille, *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les vaisseaux* p. 18.

liquide se mouvoir d'une manière intermittente dans rcle vasculaire, s'avançant pour ainsi dire tout d'une aque fois que le cœur se contractait, et s'arrêtant par- que cet organe se reposait. Or, à cette époque, les vasculaires ne sont encore qu'imparfaitement déve- et par conséquent il est facile de comprendre que les uissent être inactives (1).

Effets de l'adhérence entre le sang et les parois vasculaires.

– Lorsqu'on observe au microscope le mouvement du s les petites artères, on voit que le courant est plus ra- s l'axe du vaisseau que dans le voisinage des parois de phénomène qui est en accord avec les lois générales raulique (2). Effectivement chacun sait que dans une mouvement de l'eau est plus rapide au milieu que près s, et les expériences des physiciens nous apprennent qu'un liquide coule dans un tuyau, en le remplissant ment, une certaine adhérence s'établit entre sa surface rois adjacentes; une partie de la force motrice dont

lanzani cite aussi d'autres ont de nature à mettre en action directe du cœur sur sang dans les capillaires ryon du Poulet. Il a vu, le, que chez des embryons arante heures, le sang s'ar- quement dans toutes les système vasculaire dès que sse de battre; que pendant les vaisseaux restent tous sang, et que le courant se ssi tout à coup dans les aussi bien que dans les ériels, dès que le cœur re- à se contracter. Dans une autre expérience faite sur un embryon de trois jours, le cœur avait cessé de battre spontanément, et Spallanzani y excitait de temps en temps des contractions au moyen de stimulants : or le sang était d'abord en repos, mais la circulation générale recommençait immédiatement partout à chaque systole, et s'arrêtait de même brusquement chaque fois que la contraction des ventricules cessait (a).

(2) Cette inégalité dans la vitesse du sang au centre du courant et vers la périphérie du filet liquide n'avait pas échappé à l'attention de Malpighi et de Haller (b).

anzani, *Expériences sur la circulation*, p. 202, 207, etc.

Haller, *Elem. physiol.*, t. II, p. 160, et *Mém. sur le mouvement du sang*, p. 52.

sont animées les molécules qui composent la couche ext du courant est donc employée à vaincre cette résistanc en résulte une diminution correspondante dans la vit cette couche. Un frottement analogue s'établit en mêm entre la couche fluide ainsi retardée dans sa marche et la suivante, et ainsi de suite de la périphérie vers le mais l'adhérence des molécules fluides entre elles ét faible comparativement à celle développée entre la pr couche et les parois solides du tuyau, les retards du frottements cessent bientôt d'être sensibles, et le centre rant conserve presque toute sa vitesse initiale, tandis que l de gaîne fluide qui l'entoure se trouve plus ou moins r Dans les artères cet effet est très marqué. Le torrent s qui coule dans ces vaisseaux n'en occupe pas toute la l et se trouve entouré d'une couche mince de liquide presque immobile. Cette couche stagnante est composée tiellement de plasma; les globules charriés par le central ne s'y engagent que rarement, et lorsqu'ils s'en chent, on les voit souvent tournoyer sur eux-mêmes pa de l'inégalité de vitesse des diverses tranches de liquic lesquelles ils se trouvent en contact (1).

Couche périphérique de sérum immobile.

(1) Le fait de l'existence de cette couche de sérum immobile ou presque immobile entre la surface interne des vaisseaux et le courant sanguin, déjà signalé par Perrot et par quelques autres physiologistes (*a*), a été très bien établi par les observations de M. Poiseuille (*b*). M. Weber a pensé que la bande translucide qui se voit de chaque côté du filet sangu était extérieure au vaisseau, tenait à la liqueur contenue da naux lymphatiques qui, chez l ciens, entourent les grosses ar Mais M. Poiseuille a constaté l phénomène chez les Mamm cette disposition anatomique pas, et d'ailleurs il a vu souve

(*a*) Perrot, *Dissert. de motu sanguinis in corpore humano*. Dorpat, 1814.

(*b*) Poiseuille, *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les capillaires* suiv. (extr. des *Mém. des Sav. étrang.*, t. VII).

(*c*) E. H. Weber, *Microscopische Beobachtungen über die sichtbare Fortbewegung de Körnchen in den Lymphgefässen der Froschlarven* (Müller's *Archiv für Anat. und* 1837, p. 267).

ng en circulation dans le système irrigatoire se meut s l'intérieur d'un tube de liquide en repos qui le sépare is solides du vaisseau où il se trouve renfermé. Dans ıx d'un calibre considérable, le frottement développé adhérence entre la surface interne du vaisseau et la djacente du liquide n'influe que peu sur les produits de nent, car la portion de la section du cylindre liquide de la sorte ne constitue qu'une petite fraction de cercle ainsi délimitée; mais l'épaisseur de la couche elle l'influence des parois vasculaires se fait sentir reste ès la même, quel que soit le diamètre de ce cylindre, nséquent il est facile de prévoir que si le calibre du ninue de plus en plus, il arrivera un moment où l'at-

ules hématiques, heurtés voisins, sortir du courant se trouver lancés plus ou fondément dans l'épaisseur ie stagnante, et ne s'y mourès lentement ou même y epos (*a*).

cherches d'Acherson, de le M. Lebert et de M. Wharsont confirmatives de celles uille. Ces physiologistes ont it des globules blancs, qui ccolés à la surface interne u, s'en détacher, et passer e périphérique transparente nd courant central du vais-

la raison pour laquelle ce sont des globules blancs et non des globules rouges qui se voient d'ordinaire dans cette couche périphérique de sérum, nous la trouvons dans les propriétés physiques de ces corpuscules. En effet, on sait, par les observations microscopiques faites sur du sang placé entre deux lames de verre, que les globules rouges glissent avec la plus grande facilité sur les surfaces avec lesquelles ils sont en contact, tandis que les globules blancs, ou globules lymphatiques, y adhèrent beaucoup (*c*); quand ces derniers viennent à toucher les parois du vaisseau, ils doivent donc être plus difficiles à déplacer.

ille, *Op. cit*, p. 49.
on, *Ueber die relative Bewegung der Blut-und Lymphkörnchen in den Blutgefässen* (Müller's *Archiv für Anat.*, 1837, p. 452).
Quelques observations sur la couche inerte des vaisseaux capillaires (*Ann. des* ., 1839, 2ᵉ série, t. XI, p. 58).
on Jones, *On the State of the Blood and Blood-vessels in Inflammation* (*Guy's Hospi-* 1851, vol. VII, p. 14).
, *Physiologie pathologique*, 1845, t. I, p. 8.
tome I, page 73.

traction exercée par les parois de celui-ci deviendra la princip résistance à vaincre par la force qui tend à produire le cour Des expériences d'hydraulique dues à M. Poiseuille font que cette limite est atteinte dans les tubes capillaires do diamètre est à peu près le même que celui des ramuscules minaux du système vasculaire de l'organisme; de sorte que d des tuyaux de ce genre les produits de l'écoulement sont, tout choses égales d'ailleurs, en proportion inverse de la longueur du conduit (1).

Influence de la longueur des vaisseaux capillaires sur leur débit.

Ainsi la quantité de sang qui, en un temps donné, arriven dans un point déterminé du système circulatoire, pourra varier du simple au double, suivant que la longueur de la portion du vaisseau capillaire conduisant à ce point sera équivalente à 1 ou à 2, toutes choses restant égales d'ailleurs. La nature trouve donc là un moyen pour faire varier la rapidité de la circulation dans les diverses parties de l'organisme, bien que le mouvement imprimé au liquide nourricier dépende partout d'une même force.

Les principes d'hydraulique que je viens de rappeler nous permettent aussi de prévoir que les variations dans le diamètre des vaisseaux capillaires doivent exercer une grande influence sur le débit de ces tubes, sans que rien soit changé dans l'intensité de la force qui met en mouvement le liquide renfermé dans leur

(1) Il est évident que cette loi n'est applicable qu'aux tubes dont le diamètre est assez petit pour que la résistance due au frottement du liquide contre les parois du vaisseau dépasse la résistance dépendante de l'adhésion des molécules liquides entre elles ou de leurs poids, dans des proportions telles que l'on puisse négliger ces dernières fonctions. Du reste, les résultats fournis par les expériences de M. Poiseuille se sont toujours très bien accordés avec les résultats calculés d'après cette loi (*a*), et l'exactitude de ses observations a été confirmée par M. Regnault (*b*).

(*a*) Poiseuille, *Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très petits diamètres* (*Mém. de l'Acad. des sciences, Sav. étrang.*, t. IX, p. 496 et suiv.).

(*b*) Regnault, *Rapport fait à l'Académie* (*Ann. de chimie*, 1843, 3ᵉ série, t. VII, p. 50).

ici encore les expériences de M. Poiseuille sont venues
esure des effets obtenus. Ce physiologiste a constaté
it de l'écoulement des liquides dans les tubes de très
, toutes choses restant égales d'ailleurs, croît pro-
ent au diamètre de ces tuyaux élevé à la quatrième
Ainsi la force qui ne déterminera le passage que
e de sang par seconde dans un tube capillaire de
nètre en diamètre fera couler dans le même espace
volumes de sang par un vaisseau du même ordre
nètre sera de $\frac{1}{100}$ de millimètre (1).
rvations microscopiques faites sur la circulation
ontrent que sous ce rapport les choses se passent
manière dans les vaisseaux de l'organisme vivant
tubes inertes. Aussi, M. Wharton-Jones, en étu-
n de divers agents sur l'état des capillaires sous-
z la Grenouille et sur le mouvement du sang dans
ur, a-t-il vu que la dilatation de ces petits canaux
naire accompagnée d'une accélération du courant
dans leur intérieur, et que leur rétrécissement ten-
miner la stagnation du sang avant même qu'il y eût
de leur cavité (2)

ue M. Poiseuille formule
: « Les produits sont
me les quatrièmes puis-
mètres » s'applique seu-
uides qui sont suscep-
iller les parois des tubes,
, l'alcool, l'éther, etc.,
pas le mouvement de
e jouissent pas de cette
s que le mercure ; mais
nous nous occupons ici, appartient à la première de ces deux catégories (*a*).

(2) Ce fait a été révoqué en doute par plusieurs auteurs récents, parce qu'ils le considéraient comme étant contraire aux lois de l'hydraulique dont j'ai déjà eu l'occasion de parler. Mais il faut bien se rappeler que, dans un réseau de vaisseaux capillaires, les choses ne se passent pas de même que dans un tube ou un conduit unique.

Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très
(*Mém. de l'Acad. des sciences, Sav. étrang.*, t. IX, p. 513 et suiv.).
Rapport sur le travail précédent (*Ann. de chimie*, 1843, 3e série, t. VII, p. 73).

Contractilité des capillaires.

§ 4. — En faisant l'histoire anatomique de l'appareil circulatoire, j'ai dit que les capillaires ont une structure plus simple que les artères, et tendent à perdre plus ou moins complétement les éléments musculaires et fibreux qui, en nombre considérable, entrent dans la composition des tuniques de celles-ci (1); nous pouvons donc prévoir que les vaisseaux les plus ténus doivent être moins sujets à changer de calibre que ne le sont les artérioles. Ils sont, en effet, moins irritables, et les variations qui s'observent dans leur diamètre paraissent dépendre principalement du degré relatif de pression exercée sur leurs deux surfaces par le sang d'une part et par les tissus circonvoisins d'autre part. Aussi sous l'influence des stimulants mécaniques ou chimiques que nous avons vus produire des effets si considérables sur le volume des artérioles (2), n'observe-t-on que peu d'indices de contraction dans les capillaires proprement dits, et la plupart des phénomènes de ce genre qui ont été décrits

Là où le liquide ne coule que dans un seul lit, le courant s'accélère dans les parties étranglées et se ralentit dans les parties élargies; mais lorsque les variations qui se produisent dans la grandeur de la section d'une ou de plusieurs branches d'un réseau vasculaire n'ont pas nécessairement les mêmes effets locaux, elles n'influent que proportionnément aux différences qu'elles déterminent dans la somme des sections de tout le système de canaux collatéraux ; et si le rétrécissement d'une de ces voies y fait naître des obstacles au mouvement du courant, ainsi que je l'ai expliqué ci-dessus, c'est principalement dans les autres branches du système que le mouvement s'accélérera. Il est, du reste, bien entendu que tout ce que j'ai dit ci-dessus touchant le ralentissement du cours du sang dans un vaisseau contractile ne s'applique qu'aux capillaires, et que l'influence accélératrice dont il est ici question, quand un de ces tubes se dilate, ne se manifeste que dans le cas où la dilatation s'opère dans toute la longueur de la portion du vaisseau comprise entre deux anastomoses; car un élargissement partiel ne pourrait être suivi que d'un ralentissement du courant dans la portion dilatée, et *vice versâ*. C'est peut-être faute d'avoir suffisamment analysé ces phénomènes, que les pathologistes ont été si divisés d'opinions touchant l'influence que la constriction ou l'agrandissement des petits vaisseaux exercent sur la vitesse du courant sanguin.

(1) Voyez tome III, page 568.

(2) Voyez ci-dessus, page 210 et suiv.

par les pathologistes, comme se manifestant dans les vaisseaux de cet ordre, appartiennent en réalité aux artérioles. Il n'existe, il est vrai, aucune ligne de démarcation nettement tracée entre les artérioles, qui sont très contractiles, et les capillaires, qui ne le sont que peu ou point ; mais la différence physiologique s'établit graduellement et devient très prononcée quand on compare entre elles une artériole bien caractérisée et une des branches les plus grêles du réseau capillaire (1). Or, cette inégalité dans l'irritabilité et dans la puissance contractile de ces deux portions contiguës du système circulatoire est une des causes de l'accumulation anormale du sang dans les capillaires, quand les artérioles qui aboutissent à ces vaisseaux viennent à diminuer de calibre sous l'influence d'un stimulant local. Effectivement, ainsi que je l'ai déjà expliqué dans une des précédentes Leçons (2), ce rétrécissement du conduit alimentateur du réseau rompt l'harmonie existant préalablement entre ces deux parties du système vasculaire ; une portion du sang qui, dans l'état normal, était lancée dans le lacis capillaire, se détourne de sa route ordinaire, et la quantité de liquide qui arrive dans ces canalicules étant réduite, le courant dont ils sont le siége se ralentit. Le sang, retardé ainsi dans sa course, oscille et s'arrête même dans les branches du réseau où son passage est le moins facile, et les globules rouges qui, dans un courant rapide, restaient dans l'axe du cylindre liquide, se répandent dans les couches périphériques où il n'y avait d'abord que du sérum. Quand le mouvement est lent, ces corpuscules rouges se déplacent aussi moins facilement que les parties fluides du sang, et tendent à s'accumuler, comme le feraient des cailloux charriés par un

(1) C'est faute d'avoir distingué nettement ce qui se passe dans les très petites artères et dans les capillaires proprement dits, que beaucoup d'auteurs ont émis des opinions si divergentes au sujet des effets des changements que ces vaisseaux étroits présentent dans les parties irritées ou enflammées.

(2) Voyez ci-dessus, page 215.

torrent, là où le lit de celui-ci, venant à s'élargir, déterminerait un retard dans le cours de l'eau (1). Il en résulte que l'un des premiers effets du trouble amené ainsi dans le travail circulatoire est un élargissement de la traînée rouge qui occupe l'intérieur des capillaires engorgés, et de là une augmentation apparente dans le diamètre de ces vaisseaux, et une coloration plus intense de la partie qui les renferme. Mais lorsque cet état de choses persiste pendant quelque temps, l'hypérémie, c'est-à-dire l'accumulation insolite du sang dans le lacis capillaire, n'est pas seulement apparente, elle devient réelle, car ces vaisseaux augmentent de calibre (2).

Les physiologistes ne sont pas d'accord sur la cause de cette dilatation des capillaires qui s'observe dans l'état dit *inflammatoire*. Suivant les uns, elle serait due seulement à une augmentation dans la poussée latérale du sang, qui, à son tour, résulterait des obstacles que les amas de globules agglutinés dans les capillaires opposent au progrès du courant circulatoire (3); tandis que suivant d'autres, elle devrait être attribuée à un état d'atonie des parois de ces petits vaisseaux (4). Les faits dont on argue

(1) Cette accumulation des globules sanguins s'étend de plus en plus en amont de l'obstacle, et détermine dans les capillaires collatéraux un ralentissement dans le mouvement circulatoire qui, à son tour, prédispose à l'agglomération des globules. Cela nous explique comment, dans beaucoup de cas, un foyer inflammatoire s'étend progressivement.

(2) Voyez ci-dessus, page 216.

(3) M. Wharton Jones, dont j'ai déjà cité fort souvent les recherches sur tout ce qui touche à l'état des vaisseaux dans l'inflammation, considère les capillaires proprement dits comme n'étant pas doués de contractilité, et pense que la diminution de calibre qui s'y remarque parfois est due à la turgescence ou à la constriction des tissus circonvoisins. Il attribue aussi uniquement à la pression exercée par le sang contre leur surface interne la dilatation qui dans certains cas s'y effectue (a).

(4) Ainsi M. Andral, dont les jugements portent toujours l'empreinte d'un grand bon sens, admet trois modes de formation de ces accumulations de sang dans les capillaires, savoir :

(a) Wharton Jones, *On the State of the Blood and the Blood-Vessels in Inflammation* (*Guy's Hospital Reports*, 2ᵉ série, t. VII, p. 10).

et d'autre me paraissent insuffisants pour trancher la
ı; mais, d'après quelques expériences que j'ai eu l'occa-
faire à ce sujet, tout en attribuant à la cause mécanique
viens de parler un rôle très important, je suis porté à
que la résistance des parois est souvent diminuée. En
n'est pas seulement en amont des obstacles créés par
mulations de globules sanguins que les capillaires m'ont
dilater sous l'influence des rubéfiants; j'ai vu parfois ce
ène se produire là où le sang était seulement ralenti
course, par suite du rétrécissement ou de l'engorge-
conduit alimentateur du courant, et un ralentissement
nre ne peut donner lieu à aucune augmentation dans la
exercée par le fluide que ces vaisseaux renferment. Il
ble donc probable que les capillaires proprement dits,
e que les artérioles, sont susceptibles d'éprouver des
ns dans le degré de tonicité ou d'élasticité dont ils sont
et que leur état d'atonie, de même que le relâchement
is des artérioles subcapillaires, est une des causes de
mie locale (1).

ie sthénique, ou par excès
té; l'hypérémie atonique,
ninution dans la tonicité des
, et l'hypérémie mécanique,
cle à la circulation vei-

ert, tout en trouvant avec
les médecins ont beaucoup
l'hypothèse d'une hypé-
nique et d'une paralysie
, admet qu'il y a diminu-
l'élasticité des parois des
capillaires, quand ceux-ci
se laissent distendre par le sang en repos dans leur intérieur (*b*).

(1) Il me semble probable que l'apparence d'une terminaison en cul-de-sac, que M. Virchow et d'autres pathologistes ont observée dans quelques capillaires sanguins des membranes muqueuses, dépendait de la production de dilatations atoniques sur certains points obstrués et de la constriction ou même de l'atrophie du vaisseau au delà du point élargi (*c*).

l, *Anatomie pathologique*, t. I, p. 11.
l, *Mémoire sur les changements vasculaires que provoque la localisation inflammatoire*
Soc. de biologie, 1852, t. IV, p. 84).
Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 627.

Quant à la nature de l'influen
des tissus constitutifs des parois
pourrais présenter que des conje
être pas inutile de signaler l'anal
modes d'action des différents s
résultant d'une part de la section
part de l'excitation de ces nerfs
Les changements dans le calib
ne se manifestent pas seulement
je viens de parler; dans l'état r
mais alors ils coïncident ordina
du même ordre dans les branch
réseau vasculaire où ces phéno
résulte non pas la stase du sang
mais des variations dans l'activit
parties. Ainsi, quand l'estomac
vaisseaux qui parcourent leurs pa
vent donc que peu de sang, et ce
troitesse des canaux où il circule

(1) Effectivement, nous avons vu, par les faits rapportés précédemment, que le sel commun et quelques autres substances déterminent dans les petits vaisseaux un état de relâchement qui n'est pas la conséquence d'une contraction préalable, tandis que d'autres substances, telles que l'alcool, provoquent de prime abord la contraction et ne produisent la dilatation que d'une manière consécutive. Or, nous avons vu aussi que le sel, appliqué sur les nerfs pneumogastriques, détermine sur les mouvements du cœur le même effet que celui produit par l'ac-

(a) Voyez ci-dessus, page 151.
(b) Voyez ci-dessus, page 155.

mais lorsque ces organes sont stimulés par la présence des aliments et que la digestion commence, il n'en est plus de même : la vascularité apparente des parois de ces cavités augmente considérablement, le réseau capillaire se montre dans un état de turgescence, les courants artériels y arrivent avec impétuosité, le sang y circule rapidement, et une foule de petits vaisseaux qui auparavant échappaient à l'observation se dessinent nettement (1).

Influence de l'état des parois vasculaires sur la vitesse du courant.

§ 5. — La circulation capillaire n'est pas subordonnée seulement à l'état de dilatation ou de contraction des vaisseaux qui établissent le passage entre les systèmes artériel et veineux, à la force avec laquelle le sang arrive dans ces canalicules, et à la facilité plus ou moins grande qu'il trouve à s'en écouler par les veines; les parois vasculaires exercent aussi de l'influence sur le courant qui les baigne, et pour peu que l'adhérence entre leur surface et le liquide en mouvement vienne à augmenter, le passage du sang des artères dans les veines se trouve ralenti.

Action du froid.

La température exerce une certaine influence sur l'adhérence qui s'établit entre les parois des tuyaux inertes et les liquides en mouvement dans les conduits : ainsi le froid tend à ralentir l'écoulement, et cela indépendamment des variations que cette cause peut déterminer dans la densité de ces liquides (2). Dans

(1) Les physiologistes savaient depuis longtemps que les vaisseaux sanguins de l'estomac sont dans un état de turgescence normale pendant la durée du travail digestif, et que les tuniques de ce viscère pâlissent beaucoup lorsque la digestion n'a plus lieu; mais c'est dans ces derniers temps seulement qu'on a fait des observations microscopiques sur la circulation capillaire dans les parois du tube digestif en activité et en repos. Ce sujet a été étudié avec soin par un des jeunes médecins de l'École de Paris, M. Boulland (a).

(2) M. Poiseuille a constaté que ce ralentissement ne dépend pas de la condensation du liquide déterminée

(a) Boulland, *Recherches microscopiques sur la circulation du sang et le système vasculaire sanguin dans le canal digestif, le foie et les reins*. Thèse, Paris, 1849, p. 24.

l'organisme cette action est beaucoup plus considérable : ainsi l'application de la glace sur les vaisseaux du mésentère d'un Mammifère suffit pour diminuer considérablement la vitesse du sang dans les gros vaisseaux, soit artériels, soit veineux, et pour arrêter complétement la circulation dans les capillaires. L'effet se produit en quelques secondes, et persiste pendant fort longtemps si l'action du froid a été un peu prolongée. Or, cette stagnation du sang ne dépend pas d'un resserrement dans les capillaires : M. Poiseuille, à qui l'on doit la connaissance de ces faits curieux, n'a pu apercevoir aucun changement dans le diamètre de ces petits vaisseaux ; mais il a remarqué que l'épaisseur de la couche immobile de sérum qui est interposée entre les parois et le courant où les globules sont charriés s'accroît beaucoup quand le mouvement circulatoire est ralenti de la sorte, et par conséquent il attribue ce phénomène à une augmentation dans l'adhérence du liquide aux parois vasculaires.

Le froid produit des effets analogues sur la circulation capillaire chez les Batraciens, et la chaleur amène le résultat inverse. Ainsi quand on soumet le mésentère d'un de ces Animaux à l'influence d'une température élevée (par exemple en le plongeant dans un bain à 40 degrés), on voit la vitesse du torrent circulatoire devenir si grande jusque dans les plus petits vaisseaux, qu'on a peine à y distinguer la forme des globules hématiques (1).

par l'abaissement de température, car la marche du phénomène ne change pas lorsqu'en opérant sur l'eau, on dépasse le point où la densité de ce liquide cesse d'augmenter par l'effet du refroidissement, savoir entre 4 degrés et zéro (a).

(1) L'influence de la température sur la rapidité plus ou moins grande avec laquelle les liquides traversent les vaisseaux capillaires de l'organisme a été démontrée, vers le milieu du siècle dernier, par Hales, à l'aide d'injections pratiquées sur le cadavre d'un Chien qui venait de mourir d'hémorrhagie. Ce physiologiste intro-

(a) Poiseuille, *Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides dans les tubes de très petits diamètres* (*Mém. de l'Acad. des sciences. Sav. étrang.*, t. IX, p. 254 et suiv.).

paraît probable que divers phénomènes dont on est uand on observe la circulation dans les vaisseaux capil- s tissus qui sont le siége d'un travail inflammatoire it d'un état particulier des parois de ces conduits ; état s ne connaissons pas la nature, mais dont l'effet serait nter l'adhérence de leur surface avec les matières qui celle-ci. Ainsi que je l'ai déjà dit, on remarque alors globules hématiques charriés par le sang ne restent me d'ordinaire, dans l'axe du courant, et vont s'accoler,

Influence de l'état physiologique des parois vasculaires.

essivement dans l'aorte, sous pression, de l'eau chaude froide, et il compara le essaire pour effectuer ainsi d'un même volume de ns une de ses expériences, re d'eau froide mit pour a sorte des artères dans les econdes de plus que ne l'avait gale quantité d'eau chaude ; ituant ensuite à l'eau froide aude, il vit la même quan- er, pour passer de la sorte, s de moins que dans l'é- écédente, et couler par t à peu près avec la même e dans la première injec-

uille a fait ses expériences les vaisseaux du mésentère palmure interdigitale de la , tantôt sur ceux du més- de la vessie urinaire de . Chez ces derniers l'action a glace déterminait, en 10 ndes, le repos du sang dans nombre de capillaires, tandis que chez les Grenouilles le même effet n'était obtenu qu'au bout de 6 à 8 minutes. Le rétablissement de la circulation après la cessation de l'application de la glace se faisait attendre plus longtemps chez les Mammifères que chez les Batraciens. Ce physiologiste remarqua aussi que, sous l'influence d'une température inférieure à 10 degrés, la circulation s'arrête dans un grand nombre de capillaires dès que le mésentère d'un Mammifère est exposé à l'air, tandis qu'à une température de 25 ou 30 degrés cette stagnation du sang ne s'observe pas. Chez les Mammifères, l'action locale du froid sur une petite portion de l'organisme ne produit aucun retard dans la circulation générale ; mais, chez les Batraciens, le cours du sang peut être ralenti de la sorte dans tout le corps, bien que les battements du cœur n'aient pas diminué de fréquence. Cela dépend probablement de l'abaissement de la température de la totalité du sang sous l'influence du froid extérieur (*b*).

Hémostatique, trad. par Sauvages, 1744, p. 102.
le, *Recherches expérimentales sur les causes du mouvement du sang dans les vaisseaux capillaires*, p. 58 et suiv.

pour ainsi dire, contre les parois du vaisseau qui les cont
on peut produire à volonté ce phénomène, non pas en
la constitution du sang, mais en agissant sur le tissu d
vasculaires, soit au moyen d'une excitation mécaniqu
l'aide de divers agents chimiques (1). Les changemen
manifestent en même temps dans le calibre de ces petits

(1) L'influence de l'état des parois des vaisseaux capillaires sur la manière dont le sang coule dans ces petits tubes me semble ressortir évidemment des expériences de M. W. Jones sur la production des phénomènes inflammatoires dans la membrane interdigitale de la Grenouille (a). En appliquant sur la peau quelques gouttes d'une solution concentrée de sel commun, on y détermine promptement une dilatation plus ou moins considérable des artères et une accélération du cours du sang dans les capillaires correspondants ; mais bientôt les globules rouges, au lieu de se tenir dans le centre du courant, commencent à adhérer aux parois vasculaires, en face de l'embouchure de quelque branche vasculaire, et s'y accumulent de façon à y former une masse stagnante. Si l'intensité du phénomène augmente, cette agglomération de globules détermine bientôt l'obstruction du vaisseau, et la circulation s'arrête de proche en proche dans les capillaires voisins, et la stase locale du sang peut s'étendre jusque dans quelques branches veineuses voisines, tandis que le mouvement du liquide continue à être accéléré dans d'autres parties du même réseau vasculaire.

Il me paraît difficile d[e] dans cette expérience la saline ait agi directement bules hématiques, et il probable que c'est en mod des parois vasculaires ave elle est en contact, que cett a produit ces effets. Du aussi d'autres faits qui sem quer que dans les points phénomènes d'exosmose pent avec une certaine int

En effet, M. H. Weber, l'action des rubéfiants sur de l'organisme qui se trouv traites à l'influence du cœu de ligatures, a vu que le s tement en repos dans les affluait des artères et des sines dans les petits vaissea quels il appliquait un stim mique de ce genre ; et ce des liquides ne pouvait par une diminution de exercée par les parois vascu ce point, car il se manifest cas où il faisait usage de qui déterminent le resserr ces conduits, aussi bien qu appliquait sur ceux-ci de dont le contact détermine l tion (b).

(a) Wharton Jones, *On the State of the Blood and the Blood-Vessels in Inflamm* *Hospital Reports*, 2e série, t. VII, p. 34 et suiv.).

(b) H. Weber, *Experimente über die Stase an der Froschschwimmhaut* (Müller's *Anat. und Physiol.*, 1852, p. 361).

la vitesse du courant qui les traverse ne suffisent pas à
er ce qui se passe dans les parties où une inflammation
loppe, et je suis persuadé que la cause de cet état mor-
; une modification du travail nutritif ou sécrétoire dont
malade est le siége; modification qui se lie probable-
la manière dont l'influence nerveuse s'exerce dans cette
de l'organisme. Mais ce sujet n'est pas de mon domaine,
encore trop obscur pour qu'en nous y arrêtant ici,
iissions faciliter nos études physiologiques sur la cir-
ı. Je me bornerai donc à l'indiquer, mais j'engagerai les
gistes à examiner avec plus d'attention qu'on ne l'a fait
i ce côté de la question qui, envisagée au point de vue
que, les a occupés si souvent (1).

ır plus de détails sur l'état s vaisseaux dans l'inflam- t sur les modifications qui dans le sang en repos dans ıits engorgés, je renverrai aux travaux que j'ai déjà cités fort souvent dans cette Leçon et dans celle sur les propriétés des artères, ainsi qu'à quelques autres publications ré- centes (*a*).

gs, *A Treatise on the Inflammation of the Mucous Membrane of the Lungs*. In-8,

ıbrunner, *Experimenta circa statum sanguinis et vasorum in inflammatione*. Munich,
echerches expérimentales sur l'inflammation* (*Répertoire général d'anatomie*, 1827,
3 et suiv.).
ıon, *Traité médico-chirurgical de l'inflammation*, trad. de l'anglais.
Ueber die Entzündung nach mikroscopischen Versuch. (Meckel's *Arch. für Anat. und*
32, p. 121).
ıt, *Note sur l'inflammation* (*Mém. de la Soc. de physique et d'histoire naturelle de*
13, t. V).
Bericht (*Zeitschr. für rationn. Med.*, t. II, p. 37 et suiv.).
et Kölliker, *Einige Beobachtungen über die Capillar-Gefässe in entzündeten Theilen*
ir rationn. Medicin, 1846, t. IV, p. 1, pl. 1.
, *Physiologie pathologique*, 1845, t. I, p. 1 et suiv.
ıch, *Erweiterte Blutgefässe in der Entzündung* (*Zeitschr. für rationn. Med.*, 1846,

Traité d'anatomie pathologique générale, trad. par Jourdan. In-8, 1847, p. 75 et

g, *Over varikeuse Haarvaten* (*Nederlandsch Lancet*, 1848, 2e série, t. IV, p. 65).
ı, *Bemerkungen über die Mechanik des Entzündungs-Processes* (*Sitzungsberichte der*
ssensch. Akad., 1849, t. III, p. 130).
Lectures on Inflammation (*London Med. Gazette*, 1850, 2e série, t. X, p. 966 et

ıw, *Ueber die Erweiterung kleinerer Gefässe* (*Arch. für pathol. Anat.*, 1851, t. III,

ıber, *Exper. über die Stase an der Froschschwimmhaut* (Müller's *Archiv für Anat.*
., 1852, p. 361).
ton Jones, *On the State of the Blood and the Blood-Vessels in Inflammation ascer-*

Influence de l'état du sang sur son cours dans les capillaires.

§ 6. — Les variations qui peuvent survenir dans la con tion chimique du sang doivent parfois influer aussi sur la avec laquelle ce liquide coule dans les vaisseaux capillair même qu'elles ne déterminent aucun changement dans mètre de ces tubes (1). En effet, M. Poiseuille a constat rimentalement que la présence de certaines matières en dissolution dans l'eau peut activer ou retarder le ment de ce liquide dans des tubes inertes; que l'influenc cée de la sorte est plus ou moins grande suivant les prop du mélange; et que sous ce rapport l'écoulement des l

(1) Hales a cherché à déterminer directement l'influence que diverses substances introduites dans le système vasculaire peuvent exercer sur la rapidité avec laquelle les liquides traversent les capillaires. Pour cela, il a comparé le temps nécessaire pour effectuer l'écoulement de diverses solutions qu'il introduisait dans l'aorte chez des Chiens. Dans une de ses expériences, il vit que le passage d'un volume d'eau chaude avait lieu en 62 secondes, tandis qu'après avoir fait circuler pendant quelque temps une décoction de quinquina dans les mêmes vaisseaux, le passage d'un égal volume de ce liquide nécessita 224 secondes. Dans une autre expérience, une première mesure de décoction de camomille passa en 96 secondes, mais la onzième mesure mit 138 secondes à s'écouler. l quantité de petit-lait tiède 15 secondes (*a*).

Wedeweyer rapporte que périences faites par Gunth même sujet. Ce physiologist de l'eau injectée dans les art partie vivante passait facilem les veines, tandis que de l' du vinaigre passaient à pein du tout, suivant leur degré d tration (*b*).

Mais les résultats obten toutes ces recherches doi attribués à l'état de contr de relâchement des petits provoqué par le contact d employés, plutôt qu'à des d dans le degré d'adhérence liquides et la surface interne seaux.

tained by Experiments, Injections and Observations by the Microscope (*Guy's Hospit* 1852, 2e série, t. VII, p. 1 à 9, avec fig.).

— Lebert, *Mémoire sur les changements vasculaires que provoque la localisation toire* (*Mém. de la Soc. de biologie*, 1852, t. IV, p. 67 et suiv.).

— Schultze, *Beitr. zur Lehre von der Stase in der Schwimmhaut der Frösche* (*Ver der Phys. Med. Gesellschaft in Würzburg*, 1854, t. IV, p. 248).

— Donders, *Physiologie des Menschen*, 1856, t. I, p. 135.

— Gunning, *Onderzoekingen over Bloeds Beweging en Stasis*. In-8, Utrecht, 185?

(*a*) Hales, *Hémostatique ou statique des Animaux*, p. 105 et suiv.

(*b*) Wedemeyer, *Untersuch. über de Kreislauf des Blutes*.

ıis aux mêmes lois dans les vaisseaux à parois vivantes ;anisme animal et dans les conduits inertes. Ainsi, hoses étant égales d'ailleurs, de l'eau chargée d'acide ıue passe plus lentement dans tous ces conduits étroits 'eau pure. Le phosphate de soude, le carbonate de la ıase, et plusieurs autres sels, déterminent aussi un lus ou moins considérable dans le courant; tandis que, raire, le débit des mêmes tubes devient plus grand 'eau qui les traverse tient en dissolution de l'azotate de et de l'iodure de potassium (1).

ıs substances salines que ıille cite comme accélérant ent de l'eau dans les tubes ı sont : l'iodure et le bro- potassium, les azotates de t d'ammoniaque, le cyanure ıium et l'acétate d'ammo- L'acide cyanhydrique et lfhydrique augmentent aussi e ces tubes.

ıqui retardent le mouvement dans les tubes de petits dia- ınt beaucoup plus nombreux. ıille range dans cette caté- azotates de soude, de plomb, ane, de chaux et de magné- ılorures de sodium, de cal- de magnésium; les sulfates ı, d'ammoniaque, de soude, ısie, de zinc, de fer, etc.; les ıs de potasse, de soude et iaque; les carbonates, les bi- s et les oxalates à base alca- étate de plomb, le citrate de tique, les sels de morphine chnine, etc.

La soude produit un retard plus considérable que la potasse.

D'autres substances, telles que les iodures de sodium et de fer, l'azotate d'argent et le deutochlorure de mercure, ne paraissent exercer aucune influence sur la vitesse du courant (*a*).

M. Poiseuille a obtenu des résultats analogues en opérant sur le sérum du sang au lieu d'eau, et il a vérifié les applications qu'il avait faites de ces lois physiques aux phénomènes dont l'organisme vivant est le siége, en introduisant diverses matières salines dans le torrent circulatoire, chez le Cheval, et en déterminant les variations que la présence de ces substances produisait dans la rapidité de la circulation. Ainsi, quand la vitesse normale du sang était de 25 à 30 secondes, elle est devenue de 18 à 24 secondes sous l'influence de l'acétate d'ammoniaque, et elle est descendue à 35 ou 40 secondes quand il faisait usage de chlorure de sodium (*a*).

ıille, *Recherches expérimentales sur le mouvement des liquides de nature différente* ıes *de très petits diamètres* (*Ann. de chimie*, 1847, 3ᵉ série, t. XXI, p. 76).
rches *expérimentales sur l'écoulement des liquides considéré dans les capillaires* mptes *rendus de l'Académie des sciences*, 1843, t. XVI, p. 60).

Vitesse du sang dans les capillaires.

§ 7. — Ainsi que nous l'avons vu au commencement de cette Leçon, lorsqu'on observe au microscope la circulation du sang dans les capillaires d'une partie transparente de l'organisme, telle que la palmure de la patte d'une Grenouille ou la nageoire caudale d'un petit Poisson, on croirait avoir sous les yeux un torrent des plus rapides ; mais le mouvement apparent est agrandi proportionnément au pouvoir amplifiant de l'instrument, et le courant est en réalité beaucoup plus lent qu'on n'aurait été porté à le supposer d'après la vitesse avec laquelle le liquide se meut dans les artères (1). Du reste, cela s'explique facilement par les différences de capacité qui existent dans ces deux portions du système vasculaire. Il suffit d'avoir vu une fois la disposition de cet appareil pour reconnaître que la somme des sections de tous les capillaires de l'organisme doit dépasser de beaucoup la grandeur de la section du tronc de l'aorte ou la somme des sections des diverses branches de cette artère, et ce n'est pas sans raison que les anciens physiologistes comparaient la moitié centrifuge du système circulatoire à un canal conique dont le sommet serait au cœur et la base dans les organes ; mais l'élargissement de cet ensemble de conduits ne se fait pas graduellement comme dans un cône et ne se prononce nettement que vers la partie périphérique, c'est-à-dire dans la zone des artérioles et des capillaires.

Plusieurs physiologistes ont cherché à mesurer la vitesse du sang dans les capillaires des Batraciens et des Poissons (2),

(1) Voyez ci-dessus, page 263.

(2) Hales fut, je crois, le premier à chercher à déterminer par l'observation la vitesse moyenne du courant circulatoire dans les capillaires, et il estima que, dans les petits vaisseaux des muscles de la Grenouille, le sang parcourt la distance d'un pouce en une minute et demie ; ce qui correspond à environ $0^{mm},28$ par seconde (a).

Cette évaluation est beaucoup trop faible. M. Weber, en faisant des recherches sur la circulation dans

(a) Hales, *Hémostatique*, p. 58.

derniers temps M. Vierordt a cru pouvoir résoudre
stion pour l'Homme, en étudiant certains phénomènes
on dont nous aurons à nous occuper ailleurs (1). Les
auxquels on est arrivé de la sorte ne peuvent être
és que comme des approximations peu certaines, mais
nt pas dénués d'intérêt. D'après les évaluations de ce
uteur, la vitesse moyenne du courant sanguin dans les

de la queue du Têtard, a
l'espace parcouru en une
t, terme moyen, d'environ

tin, par des observations
faites sur la membrane
e de la Grenouille, estime
e à $0^{mm},507$ (*b*).
nann évalue cette vitesse
pillaires des branchies du
$^{mm},24$; dans la queue du
nal, à $0^{mm},4$; dans la na-
lale d'un petit Poisson, à
dans les capillaires du
d'un Chien, à $0^{mm},8$ par

ive souvent que lorsque
fatiguée par l'éclat uni-
e lumière blanche, et que
ime l'œil d'une certaine
n voit pendant quelque
ge d'un courant en forme
a même sensation se pro-
t dans l'obscurité, lorsque
nerveux est dans un état
maladive, et elle paraît
e par le passage des glo-
bules sanguins dans les capillaires de la rétine. C'est en étudiant ce phénomène et en calculant l'espace parcouru par l'image en un temps donné, à l'aide de moyens qu'il serait trop long d'exposer et de discuter ici, que M. Vierordt est arrivé aux évaluations qu'il a données de la rapidité du courant circulatoire dans les capillaires chez l'Homme. Ce moyen est très ingénieux, mais je ne crois pas que, dans l'état actuel de nos connaissances, on puisse obtenir de son emploi des données bien sûres touchant la vitesse réelle du sang dans notre organisme. Dans ses premières recherches sur ce sujet, ce physiologiste évalua à $0^{mm},5$ la vitesse du sang dans les très petits capillaires, et trouva cette vitesse de 2 à 5 fois plus considérable dans les vaisseaux qui laissent passer à la fois plusieurs globules (*d*) ; mais ses dernières observations ont donné une vitesse plus grande, savoir : de $0^{mm},6$ à $0^{mm},9$ dans les très petits capillaires (*e*).

eber, *Ueber die in den Adern lebender Frösche und Froschlarven sichtbare Bewe-chen, welche die Gestalt der Lymphkörnchen haben und über die Geschwindigkeit ie sowohl, als dei Blutkörperchen in den Haargefässen sich bewegen* (Müller's p. 467).
Lehrbuch der Physiologie des Menschen, t. I, p. 482.
, *Die Hämodynamik*, p. 185.
Physiologische Mittheilungen (*Archiv für physiol. Heilk.*, 1856, p. 255).
Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes, p. 112.

capillaires du système aortique serait de 0mm,36 par s
chez la Grenouille, mais s'élèverait entre 0mm,6 et 0m
l'Homme (1).

Évaluation de la capacité relative du système capillaire.

§ 8. — D'après ce que je viens de dire touchant la c
ralentissement du courant circulatoire dans les capillair
facile de comprendre que la comparaison des vitesses d
son entrée dans le tronc aortique et dans ces canalicules p
éclairer sur le calibre relatif de ces deux portions du
vasculaire. En effet, la totalité du sang qui pendant la
chaque seconde est poussé par les contractions du co
le système aortique doit passer pendant le même e
temps par chacune des sections du système capilla
rendre dans les veines ; mais la vitesse du courant dan
de ces points sera en raison inverse de la grandeur

(1) Le procédé généralement employé pour évaluer la vitesse du courant circulatoire dans les capillaires consiste à observer ce phénomène au microscope, et à estimer le temps qu'un globule du sang met à parcourir un certain espace, le champ de l'instrument ou l'intervalle compris entre deux lignes d'un micromètre, par exemple. Mais afin d'arriver à des résultats plus précis, M. Vierordt a eu recours à un moyen très ingénieux emprunté à la physique. On sait qu'un corps en mouvement paraît immobile, s'il n'est éclairé que pendant un instant suffisamment court pour que le déplacement de l'image produit sur notre rétine ne soit pas appréciable pendant la durée de l'éclair. Il en résulte que plus le mouvement est rapide, plus aussi devra être courte la durée de l'éclair, sous l'influence d
mouvement sera inaperç
variant la longueur du te
lequel la lumière arrive
rant sanguin jusqu'à c
globules charriés par
raissent immobiles, on p
ler la vitesse de leur
C'est ce que M. Vierordt a
çant entre le miroir réfl
porte-objet de son mic
disque tournant unifo
percé de trous convena
pacés ; la lumière n'arri
le courant sanguin, et de
l'observateur, que pendan
ces trous se trouve co
l'axe de l'instrument, et
vitesse avec laquelle le d
sur lui-même, on peut va
la durée de cet éclaira
tent (a).

(a) Vierordt, *Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten de* et suiv.

es sections, et, connaissant d'une part l'aire de l'entrée de te et la rapidité du courant qui s'y engage, d'autre part la se du même courant dans les capillaires, on en pourrait ire la grandeur de la somme des aires de tous ces petits eaux. M. Vierordt a employé les données que je viens de orter pour effectuer ce calcul, et il a été conduit de la sorte iser que la section du système capillaire aortique est à l'aire onc d'origine de ce même système comme 800 ou 850 est Ainsi on peut se représenter l'arbre artériel comme une de tubes dont la capacité pour une longueur donnée, timètre, par exemple, serait de 1 centilitre près du cœur 8 à 9 litres à l'extrémité de sa portion branchue (1).

Influence de la disposition anatomique des capillaires sur la fréquence des obstructions vasculaires.

. — En étudiant la structure de l'appareil vasculaire, avons vu que non-seulement il existe de grandes diffé-s dans le nombre des capillaires qui se trouvent répandus es divers tissus de l'économie, mais aussi que le diamètre petits conduits n'est pas le même dans toutes les parties stème circulatoire (2), et il est facile de prévoir que ces stances doivent exercer une influence considérable sur la re dont l'irrigation physiologique s'effectue dans les es qui, sous ce rapport, sont inégalement partagés, et us les autres phénomènes qui se lient au passage du sang eur intérieur. Je ne reviendrai pas en ce moment sur la ition anatomique que je viens de rappeler; mais avant miner ce qui est relatif au cours du sang dans l'inté-le ces vaisseaux, je crois devoir appeler l'attention sur les-unes des conséquences des différences qui existent

M. Donders, en se fondant tres observations faites par mann, n'évalue l'aire totale du capillaire qu'à 500 fois celle rée de l'aorte (a); mais ni ce résultat ni celui obtenu par M. Vierordt (b) ne peuvent être considérés autrement que comme des approximations fort incertaines.

(2) Voyez tome III, page 570.

iders, *Physiologie des Menschens*, t. I, p. 131.
rordt, *Op. cit.*, p. 72.

dans le calibre des petits capillaires, car la connaissance de ces faits nous permettra de comprendre la cause de plusieurs phénomènes anormaux dont notre organisme est parfois le siége.

D'après tout ce que je viens de dire touchant l'influence retardatrice des parois des petits canaux sur le cours des liquides en mouvement dans leur intérieur, sur les obstacles que la stase des globules dans les capillaires oppose au passage du sang dans les artères, et sur l'état morbide qui en résulte, nous pouvons prévoir que les accidents de ce genre, c'est-à-dire l'hypérémie et l'inflammation, seront, toutes choses étant égales d'ailleurs, les plus fréquents là où ces capillaires sont les plus fins. Or, nous avons vu que dans les poumons quelques-unes de ces voies de communication entre les artères et les veines sont plus étroites que dans aucune autre partie de l'économie. Nous devons donc nous attendre à voir les congestions sanguines et les phénomènes inflammatoires se manifester plus souvent dans les poumons que partout ailleurs, et la statistique médicale nous montre qu'il en est effectivement ainsi. Les pathologistes, il est vrai, attribuent la fréquence de l'hypérémie pulmonaire à la grande activité de la circulation dans l'appareil respiratoire et à la nature des fonctions que celui-ci remplit; mais la cause principale me semble résider dans la ténuité extrême des canaux parcourus par le sang, et quant à l'influence de l'obstruction des capillaires sur le développement de tous les autres symptômes de l'inflammation, nous en avons la preuve par une multitude d'expériences dans lesquelles on a produit à volonté et avec une grande promptitude ces phénomènes en injectant dans les veines d'un Animal vivant des substances qui n'exercent aucune action toxique sur l'économie, mais qui s'arrêtent dans les petits vaisseaux et les encombrent ou les bouchent même complétement. Cet engorgement se produit non-seulement quand on introduit dans le torrent de la circulation des particules solides

volume est supérieur au diamètre des capillaires, ssi quand on y pousse certains liquides, tels que du ou de l'huile : ces substances s'arrêtent dans les isseaux du poumon, les rendent imperméables au sang, ninent tous les symptômes qui accompagnent une pneu-rdinaire (1). Si le nombre des capillaires qui se trou-itrués de la sorte est très considérable, il peut même en une mort subite, et cela nous permet de comprendre t des accidents funestes peuvent être occasionnés par la de petits caillots fibrineux que le sang entraîne dans s à travers quelques parties éloignées de l'organisme et usque dans l'artère pulmonaire (2). Par ces expériences voir aussi que des obstacles, légers en apparence,

endie a constaté que cette des vaisseaux capillaires ns se fait dans une étendue oins considérable, toutes les n injecte de l'huile dans les n Chien. Le même résultat u par Gaspard, en injectant eines de plusieurs Animaux re (*a*), ou diverses ma-niques très divisées et te-spension dans de l'eau (*b*) : désagrégée par la macéra- de la substance cérébrale, par exemple (*d*). Magendie a vu les mêmes effets se produire quand il injectait dans les veines d'un Chien de la fécule en granules (*e*).

Les globules du lait, au contraire, traversent les capillaires sans diffi-culté (*f*).

(2) La présence de ces concrétions fibrineuses obstruant les petits vais-seaux des poumons a été constatée dans divers cas de mort subite due à ce que les médecins appellent une apoplexie pulmonaire (*g*).

ie, *Note sur l'introduction des liquides visqueux dans les organes de la circula-urnal de physiologie*, 1821, t. I, p. 37).

, *Mémoire sur le mercure* (*Journal de physiologie*, t. I, p. 166 et suiv.).

ie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, t. II, p. 190, etc.

, *Mém. physiologique sur les maladies purulentes, putrides, etc.* (*Journal de physio-*t. II, p. 2 et suiv.).

ie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, t. I, p. 153 et suiv.

ie, *Op. cit.*, t. II, p. 162.

Cours de microscopie, p. 91 et suiv.

Recherches et observations sur la coagulation du sang dans l'artère pulmonaire et chives générales de médecine, 1838, 3ᵉ série, t. II, p. 1).

On Obstructions of the Pulmonary Artery (*Medico-Chirurgical Transactions*, 1844, X, p. 162).

w, *Handb. der speciellen Pathologie*, t. I, p. 158 et suiv. (1854).

e, *Thrombose et embolie, Exposé des théories du professeur Virchow* (*Arch. gén. de* 5ᵉ série, t. X, p. 412).

opposent en réalité une résistance très grande au passage des liquides dans les vaisseaux capillaires, et qu'en cherchant à pousser ensuite dans ceux-ci une injection, on les rompt ordinairement plutôt que de les dégorger. Or cela nous explique aussi comment le sang, lancé par les contractions du cœur dans les canaux obstrués, peut souvent les déchirer et se répandre dans les parties voisines. De petits épanchements se produisent fréquemment de la sorte sur une multitude de points dans les tissus enflammés, et concourent à y produire l'état connu des pathologistes sous le nom d'*hépatisation* (1). Enfin, lorsque les petits vaisseaux qui sont engorgés se trouvent près d'une surface libre, comme cela a lieu dans les cellules pulmonaires, des ruptures produites de la même manière peuvent devenir la cause d'hémorrhagies abondantes.

D'après ce que j'ai dit précédemment sur la cause de la poussée du sang dans les artères (2), il est facile de comprendre comment le développement du travail inflammatoire dans une portion de la périphérie du système circulatoire peut être accompagné de battements insolites dans les petits vaisseaux de la partie malade. Par suite de l'obstruction des capillaires dont je viens de parler, la totalité du sang qui, dans les circonstances ordinaires, s'écoule, pendant la durée du flot systolaire, des artères dans les veines par les canalicules, devenus alors imperméables, se trouve arrêtée et obligée de se loger dans la portion du système vasculaire située en amont de l'obstacle : par conséquent, la charge additionnelle est accrue d'autant. Il en résulte donc à chaque coup de la pompe cardiaque une distension plus grande que dans l'état normal, et cette distension à son tour

(1) Ces ruptures, que j'appellerai *miliaires*, ont été très bien constatées par les observations microscopiques de M. Lebert sur les tissus enflammés (*a*).

(2) Voyez ci-dessus, p. 227 et suiv.

(*a*) Lebert, *Physiologie pathologique*, t. I, p. 13.

diminue l'action du ressort des parois artérielles. La tonicité de leurs tuniques s'affaiblit aussi de proche en proche par la persistance de l'excitation ainsi produite, et ces vaisseaux se laissant distendre plus aisément, le sang y arrive en plus grande abondance. Ainsi toutes les conditions dont dépend le phénomène du pouls dans les grosses artères tendent à se réaliser dans les artérioles de la partie malade, et souvent le mouvement rémittent du sang s'y fait sentir même plus que dans les troncs dont ces petits vaisseaux dépendent, à cause de la sensibilité morbide des tissus circonvoisins (1).

Passage gradué des capillaires aux veines.

§ 10. — La ligne de démarcation entre les capillaires proprement dits et les veinules qui forment les canaux efférents du réseau constitué par les premiers est encore moins tranchée que la limite entre ces mêmes capillaires et les artérioles dont ils reçoivent le sang. En effet, les veines de très petit calibre s'anastomosent aussi très fréquemment entre elles, et constituent, comme ces vaisseaux, des mailles irrégulières plutôt que des conduits directs ; elles ne diffèrent aussi que très peu des capillaires les plus fins par leurs propriétés histologiques. On pourra donc

(1) Il est évident que l'obstruction des voies d'écoulement doit augmenter proportionnellement la pression latérale exercée par le sang sur les parois des vaisseaux situés en amont de l'obstacle, et si cette pression ne devient pas égale à la charge sous laquelle le sang est lancé du cœur dans l'aorte, comme dans l'expérience des vases communicants, c'est parce que les branches latérales des artères permettent la sortie d'une portion plus ou moins grande du liquide.

L'influence des obstacles opposés au cours du sang artériel sur la pression exercée par ce liquide sur les parois de la portion du système circulatoire située en amont est rendue manifeste par quelques expériences dues à Magendie. Ce physiologiste, ayant adapté l'hémodynamomètre de M. Poiseuille à l'une des artères carotides d'un Chien, plaça un fil autour de l'autre carotide, et constata une augmentation notable dans la hauteur de la colonne manométrique en communication avec le premier de ces vaisseaux, chaque fois qu'il serrait la ligature de façon à empêcher le passage du sang dans l'autre vaisseau (*a*).

(*a*) Magendie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, t. III, p. 64.

s'étonner peut-être de me voir séparer ici l'étude de ces diverses parties contiguës de l'appareil circulatoire. Il n'y aurait, en effet, aucun inconvénient à considérer le réseau capillaire comme une dépendance du système veineux; mais il faudrait toujours distinguer avec soin ce qui se passe dans les veines, dont les dimensions sont suffisantes pour les rendre faciles à voir sans le secours du microscope, et dans les canaux dont la ténuité est extrême, car, ainsi que je l'ai montré dans cette Leçon, ces derniers jouissent de propriétés importantes qui dépendent du fait même de leur exiguïté.

Je ne m'arrêterai donc pas sur l'étude du passage du sang dans les radicules du système veineux, et dans la prochaine Leçon j'examinerai comment ce liquide se meut dans les canaux centripètes, dont le calibre est tel que l'adhérence entre leurs parois et le fluide nourricier n'influe pas d'une manière notable sur le mouvement circulatoire.

TRENTE-SEPTIÈME LEÇON.

Du cours du sang dans les veines. — Cause principale de ce mouvement. — Dilatabilité, élasticité et contractilité de ces vaisseaux. — Fonctions des valvules ; influence de la contraction des muscles circonvoisins sur le cours du sang dans les veines. — Influence des mouvements du thorax sur ce phénomène ; zone de l'action aspirante de la pompe thoracique ; introduction accidentelle d'air dans les veines ouvertes qui est parfois déterminée par cette cause. — Influence de la multiplicité des veines et de leurs anastomoses sur le cours du sang dans leur intérieur. — Influence de la pression veineuse sur la poussée du sang dans les artères. — Particularités de la circulation veineuse dans le crâne et dans le système de la veine porte.

L'action du cœur est la principale cause du cours du sang dans les veines.

§ 1. — Le cours du sang dans les veines est dû essentiellement à l'impulsion donnée à ce liquide par les contractions du cœur et régularisée par l'action des artères. En effet, nous avons vu que l'agent moteur qui lance le sang dans ces derniers vaisseaux et qui détermine la réaction exercée par leurs parois sur le fluide contenu dans leur intérieur est le cœur, et il nous sera également facile de constater que c'est le mouvement dont le sang est animé dans les artères qui, après avoir déterminé le passage de ce liquide dans les capillaires, le fait avancer dans les veines. Cela ressort nettement d'une expérience faite par Magendie.

Ce physiologiste, après avoir mis à découvert l'artère crurale d'un Chien et sa veine satellite, appliqua une ligature autour du membre de façon à ne pas comprimer ces deux vaisseaux, mais à interrompre la circulation par toutes les voies collatérales; puis il lia la veine crurale et y fit une petite ouverture en amont de la ligature. Les choses étant ainsi disposées, le sang continua à arriver dans le membre par l'artère laissée libre, et sortait de la veine en formant un jet continu assez con-

sidérable. On comprima alors l'artère entre les doigts à y intercepter le cours du sang : le jet sortant de la v tinua pendant quelques instants (1), mais diminua sen à mesure que l'artère se vidait, et cessa tout à fait d vaisseau ne contenait plus de sang, bien que la veine e fût encore remplie de ce liquide dans toute sa long interrompit alors la pression exercée sur l'artère : le précipita avec force, et presque au même instant le je blit à l'extrémité de la veine. L'intensité de ce jet étai réglée par la force du courant dans l'artère et était com indépendante de la quantité de liquide contenue dans l du système veineux comprise entre la terminaison de c centripète et l'orifice d'écoulement. Enfin Magendie, ay rompu de nouveau la circulation dans le membre, su sang lancé dans l'artère par les contractions du cœu chaude poussée dans ce vaisseau par le piston d'une et il vit aussitôt la sortie du sang recommencer à l coupée de la veine, puis de l'eau s'écouler au lieu de en variant la pression du piston, il faisait varier prop lement la force du jet ainsi formé (2). Enfin ce ph

(1) Quelques physiologistes ont argué de cette persistance temporaire du cours du sang veineux après l'oblitération de l'artère correspondante, pour soutenir que le cœur n'est pas l'agent moteur dont l'action détermine le retour du sang du système capillaire vers ce dernier organe (a) ; mais, en raisonnant de la sorte, ils ont oublié que c'est le cœur qui donne aux parois artérielles la tension en vertu de laquelle ces vaisseaux pressent sur le sang et conti ser ce liquide dans les v qu'elles ont été soustra fluence du ventricule gau

(2) A l'époque où Mag pour la première fois les que je me plais à citer ici (b des physiologistes partag nion de Bichat, qui co sang veineux comme ét festement hors de l'influen et mis en mouvement p

(a) Holland, *The Influence of the Heart on the Motion of the Blood* (*Edinburgh* *Journ.*, 1841, t. LVI, p. 69 et suiv.).

(b) Magendie, *Mémoire sur l'action des artères dans la circulation* (*Journ. de m* t. XXXVIII, et *Journ. de physiol.*, 1821, t. I, p. 111).

que l'accélération déterminée dans le cours du sang
›ar les mouvements expiratoires se traduit aussi au
ar l'agrandissement du jet qui s'échappe de la veine jugu-
ınd on fait un petit orifice aux parois de ce vaisseau (1).
— En entretenant de la sorte le mouvement circulatoire
: portion de l'organisme à l'aide d'un agent mécanique
, on peut constater aussi que la pression qu'il est
re d'exercer sur le sang de l'artère pour faire refluer ce
›ar les veines correspondantes n'est pas très considé-
se trouve notablement inférieure à celle que le cœur est
›le de développer. Ce fait ressort des expériences dues
mais a été mis mieux en évidence par les recherches
de M. Sharpey, professeur de physiologie à l'univer-
Londres. Ce savant poussa dans l'artère abdominale
ien qu'on venait de tuer du sang défibriné, et pour pra-
:tte transfusion, il employa une seringue à laquelle était

insensible » du système (a). Magendie, par ses re- et par ses leçons, a plus que tout autre à introduire saines relativement à cette portante du mécanisme de tion, et je me souviens d'a- ıdu, dans ma jeunesse, plus esseur à l'école de médecine ıérésies physiologiques tout isait à ce sujet. Aujourd'hui s sont devenues vulgaires.
ı étudiant l'influence des :nts de la poitrine sur la cir- Magendie fit l'expérience sui- ant lié une des veines jugu- un Chien, il vit le vaisseau se vider au-dessous du point oblitéré par l'effet de l'aspiration thoracique, et se gonfler beaucoup au-dessus, comme cela arrive toujours quand le passage du sang est interrompu de la sorte ; puis il piqua légèrement la portion distendue de la veine de façon à obtenir un petit jet de sang, et il remarqua que ce jet triplait ou quadruplait de longueur chaque fois que l'Animal faisait un effort inspiratoire un peu considérable (b). Le sang, dont le mouvement était accéléré dans les artères par la pression thoracique, s'écoulait donc avec une vitesse proportionnelle par la veine correspondante.

ıt, *Anatomie générale*, t. I, p. 384 (édit. de 1818).
ıdie, *De l'influence des mouvements de la poitrine et des efforts sur la circulation du* ı. *de physiol.*, 1821, t. I, p. 137).

adapté un manomètre à mercure. Dans une de ses expériences il lia l'aorte au-dessus de l'origine des artères rénales, de faç à ne diriger le courant que dans les vaisseaux des intestins du foie, et, à l'aide d'une pression d'environ 9 centimètres mercure, il vit le sang couler rapidement par la veine cave sous une pression d'environ 13 centimètres, le jet devenait t fort, et avec la même force il put faire passer le liquide à t vers tout le système vasculaire des membres inférieurs et canaux de la petite circulation (1). Or, nous avons vu, d l'avant-dernière Leçon, que la pression développée dans artères par les contractions du cœur chez le même Animal égale au poids d'une colonne mercurielle d'environ 170 m mètres de haut. La force motrice engendrée par cet organe donc surabondante.

Le cours du sang veineux est parfois rémittent.

§ 3. — L'influence des battements du cœur sur la progr sion du sang dans les veines devient encore plus manifeste d les cas où le mouvement intermittent imprimé à ce liquide p les contractions du ventricule aortique n'est pas complétem transformé en un mouvement uniforme par l'action des par artérielles. Effectivement on voit alors le choc imprimé au s artériel se propager même au delà du système capillaire et p duire dans les veines périphériques de légers battements qui c respondent aux pulsations des artères. Ce phénomène s'obser assez souvent chez l'Homme quand la circulation est accélér quand les vaisseaux sont un peu distendus et quand le cours sang est facilité par la position horizontale du corps (2). Il

(1) Il résulte de ces expériences de M. Sharpey que, chez le Chien, un poids d'environ 1 kilogramme peut suffire pour effectuer la circulation artificielle à travers le double système capillaire viscéral, et qu'un demi-kilogramme établit le courant d le système des vaisseaux pul naires (a).

(2) M. King a fait des observati intéressantes sur ce pouls vein chez l'Homme en santé aussi bien

(a) Voyez Bowman et Todd, *Physiological Anatomy and Physiology of Man*, 1856, t. II, p.

ussi dans diverses expériences faites sur des Animaux, seuille a constaté, à l'aide de mesures manométriques, les circonstances ordinaires, lorsque les rémittences du sang dans les artères sont insuffisantes pour déterns les veines des pulsations appréciables, elles n'en it pas moins à se faire sentir, de sorte que toute augn de pression dans le système artériel due, soit aux ons du cœur, soit aux mouvements respiratoires ou à causes analogues, est suivie d'une augmentation dans la lu sang veineux (1).

aladés, et pour mettre le en évidence, il a fait usage ce de sphygmomètre très oir, un fil capillaire de cire noire, étiré très mince et une de ses extrémités sur 'aide d'une gouttelette de vier constitué par ce fil la veine que l'on veut obout mouvement de dilatacontraction de ce vaisseau représenté en grand par ou l'abaissement de l'exe du levier. A l'aide de ce nent, il a pu rendre visibles ons dans les veines sous-e la main, du front et rties du corps sur des perbonne santé, dont la circuun peu activée par l'inon repas ordinaire. Il a le ces battements se manin près en même temps que rtères, mais ne résultent façon des mouvements que ces derniers vaisseaux peuvent transmettre aux parties adjacentes (*a*). On connait aussi divers cas pathologiques dans lesquels ce pouls veineux était visible sans le secours d'aucun instrument. Haller cite un exemple de ce genre, et depuis quelques années plusieurs médecins ont eu l'occasion de faire des observations analogues (*b*). Ce phénomène se fait remarquer principalement dans les cas où le sang est pauvre en matières solides, et paraît traverser plus facilement que d'ordinaire les petits vaisseaux.

(1) Ainsi, en plaçant son hémodynamomètre dans la veine humérale ou dans la veine saphène d'un Chien, M. Poiseuille a vu la colonne mercurielle osciller dans cet instrument, et s'élever chaque fois que le cœur se contractait ou que l'Animal faisait quelque mouvement violent (*c*).

Ce physiologiste a fait aussi la contre-partie de cette expérience pour montrer que la pression dans les

n *Essay on the Safety-Valve Function of the Right Ventricle of the Human Heart* *ul Reports*, 1837, t. II, p. 107 et suiv.).
iolon, *Sur le pouls veineux* (*Gazette médicale de Paris*, 1844, p. 661).
e, *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les veines*, p. 19 (extr. *iversel et hebdomadaire de médecine*, 1830, t. I).

Influence des valvules sur le cours du sang veineux.

§ 4. — L'action du cœur et des artères est donc principale cause du cours du sang dans les veines; mais forces concourent d'une manière accessoire à la produ ce mouvement centripète, et leur influence peut deveni très puissante à raison d'une disposition particulière vaisseaux que j'ai indiquée lorsque j'ai fait l'histoire an de l'appareil circulatoire (1).

En effet, les valvules que nous avons vues exister de en distance dans l'intérieur de la plupart des vei l'Homme et les autres Mammifères, sont disposées de s'écarter quand le sang les presse d'amont en aval, e passage au courant centripète; mais elles se gonfle rapprochent quand ce liquide les presse en sens contra résulte que le sang contenu dans ces vaisseaux ne peut que dans une seule direction : des capillaires vers le que toute pression intermittente qui tend à diminuer n nément le calibre d'une portion de veine ainsi garnie de doit contribuer à pousser ce liquide vers le cœur.

Cherchons donc quelles sont les causes qui peuven

veines diminue toutes les fois qu'elle est diminuée dans les artères. Pour cela, il lie les vaisseaux à l'aide desquels les capillaires d'une anse d'intestin communiquent avec les branches artérielles voisines de celle dont il veut se servir, et il place l'hémodynamomètre dans le tronc veineux correspondant à cette dernière; puis ayant noté la hauteur à laquelle le mercure s'élève dans cet instrument, il pratique une petite ouverture à l'artère qui alimente la susdite veine, de manière à produire un jet de sang, mais à maintenir ce vaisseau plein de liquide en aval de la ponction. Or la diminution dans la pression du sang d tie terminale de l'artère verte détermine aussitôt ment correspondant dans manométrique tenue en é la poussée du sang veine riant la grandeur de l'ori lement, M. Poiseuille a p à volonté la pression art est arrivé de la sorte à le système capillaire n'a appréciable dans la produ force qui pousse le sang dans les veines (a).

(1) Voyez tome III, page

(a) Poiseuille, *Op. cit.*, p. 29.

ements alternatifs dans la contenance des diverses u système veineux, et accélérer de la sorte le retour ers le centre de l'appareil circulatoire (1).

Dilatabilité et élasticité des veines

Il est d'abord à noter que les veines sont beaucoup bles que les artères et se prêtent facilement à l'ac- n du sang dans leur intérieur (2). En général, eurs parois soient plus minces que celles des artères, ent supporter sans se rompre une pression encore dérable (3). Elles jouissent aussi d'une certaine élas- is cette propriété n'est pas la seule cause du ressort

ies physiologistes disent ules des veines servent nuer la pression exercée is de ces vaisseaux par le n dans leur intérieur. La ces soupapes aurait cet étaient abaissées, car elles ient la colonne sanguine, raient ainsi les portions de celle-ci de peser sur inférieures du liquide. s circonstances ordinaires e se passent pas ainsi. Les nt relevées, puisque le ig est continu dans l'inté- veine, et par conséquent ce n'empêche pas l'effet eur d'être proportionnel à totale de la colonne san- essus du point que l'on Cette question a été traitée ld (*a*) et fort bien discutée rd (*b*).

bien entendu que je ne e des veines ordinaires, et s dont les parois adhèrent à des parties circonvoisines, qui sont elles-mêmes inflexibles, ainsi que cela se voit dans les canaux veineux des os et les sinus de la dure-mère.

(3) Vers le milieu du siècle dernier, Hales et Wintringham ont fait beaucoup d'expériences sur la force de résistance dont sont douées les parois des veines. Le premier de ces physiologistes a vu la veine jugulaire supporter sans se rompre une pression égale à celle d'une colonne d'eau de 148 pieds de hauteur (*c*), et le second a trouvé que la veine iliaque d'un Bélier peut résister à une pression de plus de 4 atmosphères. Dans une autre expérience, Wintringham a pu soumettre à une pression de près de 6 atmosphères l'air dont un tronçon de veine porte était rempli, et il a constaté que chez un Bélier, où la rupture de la veine cave ne se produisait que sous une pression correspondante à 176 livres, l'aorte se déchirait lorsque la pression exercée de dedans en dehors sur ses parois

schoff, *Bericht* (Müller's *Archiv*, 1842, p. LXXXIII).
Cours de physiologie, t. IV, p. 47.
émostatique, p. 136.

dont elles sont douées, et sur le cadavre elles restent t flasques, à moins d'être fortement distendues, tandis q l'organisme vivant on les voit souvent se resserrer ave sans avoir été préalablement dilatées (1).

devenait égale à un poids de 158 livres (*a*). On sait cependant que les veines ont des parois beaucoup plus minces que les artères : ainsi Keil estime que l'épaisseur relative de la veine cave est à celle de l'aorte dans le rapport de 9 à 51 (*b*), et, suivant Wintringham, elle serait comme 9 est à 154 (*c*).

Ce dernier expérimentateur attribua aussi aux tissus constitutifs de ces vaisseaux une densité notablement plus grande que celle des parois artérielles; mais, plus récemment, M. J. Davy a pris la pesanteur spécifique de ces organes avec beaucoup de soin, et les différences qu'il y a trouvées étaient insignifiantes (*d*). Il a fait aussi des expériences sur la résistance des tuniques vasculaires, et les faits qu'il signale paraissent concorder assez bien avec la tendance générale des résultats obtenus par Wintringham (*e*). Je dois ajouter que, d'après ce dernier, l'inégalité dont il vient d'être question ne serait pas constante : ainsi, en expérimentant sur les vaisseaux des gl trouvé que la force de rési en général plus considérable artères que dans les veines (

Il résulte aussi de ces ex que les veines sont moins e en long qu'en travers.

(1) Verschuir a vu, dans de ses expériences, les vein serrer fortement dans les p les avait irritées, soit avec l soit avec des acides (*g*). M stalé des faits du même or trouvé qu'après la mort l stimulants dont il avait f ne produisaient aucun ef genre (*h*). Hastings a obten sultats analogues (*i*) ; mais d ces expériences les résulta très variables. Ainsi Versc l'une des veines jugula Chien se contracter fortem l'influence d'une légère traumatique, tandis que la du côté opposé ne donna signe d'irritabilité (*j*). Hasti

(*a*) C. Wintringham, *Experimental Inquiry on Some Parts of the Animal Stru* p. 100 et suiv.

(*b*) Keil, *De quantitate sanguinis*, p. 112.

(*c*) Wintringham, *Op. cit.*, expérience n° 5.

(*d*) J. Davy, *On the Specific Gravity of Different Parts of the Human Body* (*Researc logical and Anatomical*, t. II, p. 255).

(*e*) J. Davy, *Notice of a Fatal Case of Rupture of the Heart and Aorta, with an Acco Experiments on the Power of Resistance of the Heart and Great Arteries* (*Researches, P and Anatomical*, t. I, p. 441 et suiv.).

(*f*) Idem, *Op. cit.*, p. 158, etc.

(*g*) Verschuir, *Dissert. med. inaug. de arteriarum et venarum vi irritabili*, 1766.

(*h*) Marx, *Diatribe anatomico-physiologica de structura atque vita venarum*, p. (1819).

(*i*) Hastings, *On the Inflammation of the Mucous Membrane of the Lungs*, p. 68

(*j*) Verschuir, *Op. cit.*, p. 91.

— En effet, les parois des veines sont par elles-mêmes iles. Nous avons vu précédemment que leur tunique e renferme des éléments musculaires, et les expé- des physiologistes nous montrent qu'elles sont douées ritabilité analogue à celle que possèdent les artères (1). Contractilité tonique des veines.

r aucune contraction dans ave en la touchant avec de trique, bien que chez le imal cet agent excitât des as bien manifestes dans les sentériques et jugulaires. rritabilité des parois vei- uvait se déduire des faits depuis longtemps par di- ologistes et mentionnés dans écédente ; mais l'existence ropriété a été démontrée nière plus nette par les s pratiquées, il y a quel- s, par M. Kölliker, sur les de la jambe d'un Homme elques instants après que ce ût été séparé du corps par 1. En faisant passer un nduction sur les parois des hènes, il vit ces vaisseaux ter lentement, expulser le ls étaient gorgés, et prendre e de cordons blanchâtres. rsista pendant assez long- les petites veines les effets aient moins marqués ; la lu- s vaisseaux ne s'effaçait pas ent. La veine tibiale posté- comporta comme les gros -cutanés dont il vient d'être en une minute elle prit d'un cordon exsangue ; mais la veine poplitée, qui était déjà presque vide, ne donna aucun signe de contractilité (*a*). En étudiant l'action de divers agents sur les parties irritables du corps humain, chez des suppliciés, Nysten avait constaté précédemment que la veine cave est susceptible de se contracter par l'action du galvanisme. Chez divers Mammifères, il a déterminé par le même moyen des contractions dans la veine azygos, ainsi que dans la veine cave supérieure. On doit aussi à ce physiologiste beaucoup d'expériences qui prouvent la longue persistance de la puissance contractile dans les parois des gros troncs veineux, chez les Oiseaux, les Batraciens et les Poissons. Par le galvanisme, il a pu exister des mouvements dans la veine cave aussi bien que dans l'oreillette du cœur, plusieurs heures après que l'Animal paraissait complétement mort (*b*).

M. Gubler a appelé l'attention sur un mode de démonstration de la contractilité des veines qui est facile à employer. Quand les veines du dos de la main sont un peu gonflées, il suffit en général de les percuter un peu vivement pour voir, au bout de très peu de temps, ces vaisseaux se rétrécir beaucoup dans le point frappé ; la con-

, *Zur Lehre von der Contractilität menschlicher Blut-und Lymphgefässe* (*Zeitschr.* . *Zool.*, 1849, t. I, p. 258).
Recherches de chimie et de physiologie pathologiques, p. 333, 337 et 349, 351.

Mais les mouvements qui peuvent résulter de l'exercice de cette faculté sont en général trop lents, trop persistants et trop rares pour avoir une influence notable sur la force motrice développée dans le travail de la circulation, si ce n'est peut-être dans le voisinage immédiat du cœur. Dans la portion terminale des veines caves, on remarque souvent des pulsations qui sont indépendantes des battements de ce dernier organe, et qui précèdent un peu la systole auriculaire de façon à favoriser l'action de celle-ci pour l'envoi du sang dans le ventricule. Chez la Grenouille et quelques autres Vertébrés inférieurs, par exemple, tous les gros troncs veineux battent d'une manière rhythmique, et les mouvements de systole qui s'y observent sont dus à la contraction musculaire de leurs parois, tout comme le sont les battements des oreillettes ou des ventricules du cœur ; mais chez les Mammifères ce phénomène est en général peu marqué, et le pouls veineux dépend essentiellement du reflux du sang dans l'intérieur de ces vaisseaux quand le cœur se contracte ; le rôle des veines est alors passif, tandis que dans le premier cas elles ajoutent aux forces motrices qui contribuent à mettre le sang en circulation (1).

Contractions rhythmiques de certaines veines. Cependant des contractions rhythmiques dans les parois de quelques veines périphériques ont été constatées aussi dans

striction s'étend ensuite dans une certaine longueur, puis peu à peu le vaisseau se dilate dans le point touché et y prend une apparence variqueuse qui se dissipe plus ou moins promptement. Ces phénomènes sont tout à fait locaux et ne s'étendent qu'à peu de distance du point percuté. L'expérience faite dans des conditions favorables réussit d'ordinaire chez les jeunes gens, mais manque presque toujours chez les vieillards (a).

(1) L'existence de contractions pulsatiles dans la portion de la veine cave qui avoisine le cœur a été observée chez le Chien, il y a deux siècles, par Wallæus, et ce physiologiste reconnut que ces mouvements sont indépendants de ceux du cœur, car il les vit persister après la résection de

(a) Gubler, *Contractilité des veines* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1849, t. I, p. 79).

Mammifères. En effet, les veines sous-cutanées de Chauve-Souris battent plusieurs fois par minute, et à

ssi bien qu'après celle des
a).
bservé des phénomènes
ez des Lapins et chez le
, chez un Corbeau il vit la
érieure continuer à battre
t longtemps après qu'il
reillette droite et que ce
fut presque entièrement

marqua aussi que chez le
ılsations de la veine cave
quelquefois au nombre
pendant que l'oreillette
t qu'une seule fois. Enfin
le tous ces faits qu'un
péristaltique existe dans
et pousse le sang vers le

té témoin de faits analo-
ute qu'on peut provoquer
ions dans les parois de la
en les stimulant mécani-
.
suite des expériences de
le pouls veineux, phéno-
quel je reviendrai bientôt,
gistes attribuèrent généra-
mouvements des veines à

l'action de forces étrangères, et regardèrent les parois de ces vaisseaux comme n'ayant là qu'un rôle passif. On oublia alors les faits constatés par les différents auteurs que je viens de citer, et l'on considéra même les veines comme étant privées d'irritabilité. Ainsi Magendie posa en principe que c'est à l'élasticité seulement, et non à une contraction qui aurait de l'analogie avec celle des muscles, qu'il faut attribuer la faculté dont les veines jouissent de revenir sur elles-mêmes quand la colonne de sang renfermée dans leur intérieur diminue (*e*).

Le retour vers les idées des physiologistes du XVII[e] siècle, qui tend à se manifester aujourd'hui au sujet de l'intervention active des gros troncs veineux dans la production du courant circulatoire, date des recherches de M. Flourens sur les mouvements pulsatiles de ces vaisseaux chez la Grenouille.

Haller avait noté l'existence de battements dans la veine cave abdominale de ce Batracien, mais sans distinguer ces mouvements de ceux qui peuvent être déterminés par le

ulem a vena cava sanguinem in dextram cordis auriculam, manifesto vivis dissectis
conspeximus : in omni enim cordis motu a vena cava primus motus initium est, quod
mus an non fieret, quia cava auriculæ cordique connexa esset, cor et auriculam rese-
us in Canibus vivis a vena cava, et animadvertimus etiam tum venam cavam pulsare
singulis vicibus aliquid sanguinis effundere. Quare et plerumque circa cor vena cava
dam fibras accepit, quas alibi in vena cava haud invenias : eæ autem admodum conspi-
nis, Bovis, Canis cava possunt videri. Motus autem ille venæ cavæ prope cor evidentissi-
plurimum tamen eum quoque in vivis Canibus observavimus toto illo ductu ab hepate et
or usque. » (Wallæus, *Epist. ad Casp. Bartholinum de motu chyli et sanguinis*, 1660,
omnia, p. 254.)

*ex variorum Animalium sectionibus hinc inde factis excerptæ observationes
cordis, auricularum et venæ cavæ* (Bartholini. *Acta medica Hafniensia*, 1673,
n[os] 7 à 12, p. 143).

De motu cordis et aneurismatibus, p. 211.

Tractatus de corde, p. 53, 73, etc.

e, *Précis élémentaire de physiologie*, 1825, t. II, p. 257.

chaque contraction le sang contenu dans l'intérieur de vaisseaux, pressé par ces mouvements, ferme les

reflux du sang dans ces vaisseaux (*a*).

Il avait vu cependant que chez ces Batraciens la portion terminale des veines pulmonaires est susceptible de se vider complétement dans le cœur, après qu'elle a été séparée de la portion périphérique du système circulatoire par une ligature, et soustraite par conséquent à l'influence de l'impulsion imprimée au sang par les systoles ventriculaires. Or, ce résultat suppose l'existence de la faculté contractile dans les parois de la veine qui chasse ainsi le sang, phénomène qui ne s'observa pas dans toutes les parties du système veineux, dans les branches des veines mésentériques, par exemple. La veine cave inférieure, après avoir été liée, se désemplissait sensiblement en aval, mais pas d'une manière aussi complète que le faisait la veine pulmonaire, car du sang continuait à y arriver par des branches latérales (*b*).

Spallanzani avait remarqué également ces battements dans la veine cave chez les Tritons et les Rainettes; il avait reconnu en outre que ces pulsations coïncident avec la diastole de l'oreillette et qu'elles persistent après que le vaisseau qui en est le siége a été rescisé et vidé (*c*).

Les expériences de M. Flourens donnèrent des résultats plus frap-

pants, et démontrèrent le r[...] parois des veines dans la [...] des pulsations dont ces va[...] le siége. A l'aide de ligatu[...] près du cœur, il a cons[...] reflux du sang de cet orga[...] veines n'est pas la cause [...] stole de ces vaisseaux, e[...] systole dépend de la contra[...] culaire de leurs parois. [...] trouvé des battements rhyt[...] même ordre dans tous les [...] veineux de la Grenouille ([...]

Plus récemment des [...] analogues ont été faites su[...] tues, aussi bien que sur [...] nouilles, par un physiolo[...] ricain, M. Allison, et elles [...] les mêmes résultats. Dans [...] tronçon de la veine pulmo[...] Tortue, lié à ses deux ex[...] complétement séparé du [...] tinua à battre avec vigue[...] quatre ou cinq heures, et [...] signes d'irritabilité au bo[...] heures (*e*).

D'après cet ensemble [...] ne saurait révoquer en do[...] vention active des gros tro[...] dans la production du cou[...] latoire chez les Batraciens [...] Reptiles. Mais en est-il de [...] les Vertébrés supérieurs? [...] ches de M. Flourens, ainsi

(*a*) Haller, *Mém. sur le mouvement du sang*, p. 310, etc.

(*b*) Idem, *ibid.*, p. 76.

(*c*) Spallanzani, *Expér. sur la circulation*, p. 199 et 364.

(*d*) Flourens, *Expériences sur la force de contraction propre des veines princi[...] Grenouille* (*Ann. des sciences nat.*, 1833, t. XXVIII, p. 65).

(*e*) Allison, *Experiments proving the Existence of a Venous Pulse Independant [...] and Nervous System, with Remarks on the Contractility of the Veins in General* (*An[...]nal of Medical Sciences*, 1838, n° 45, t. XXIII, p. 318).

ɔn amont du point de contraction, et se trouve par con- poussé vers le cœur (1).

ɔntractilité des gros troncs veineux chez les Mammi- ıssi bien que chez les Batraciens ou les Poissons, nous de comprendre comment une circulation faible et lente maintenir pendant un temps assez long chez certains onstrueux qui étaient privés de cœur, et qui n'auraient ment pas continué à vivre et à se développer dans le leur mère si le sang avait été en repos dans leurs vais-

, tendent à établir que chez ıifères les veines sont com- passives, et que les pulsa- s'y remarquent dans le voi- cœur dépendent exclusive- eflux du sang déterminé par actions de ce dernier or- Néanmoins je ne pense pas , à cet égard, une différence tale entre les divers Verté- es expériences de M. Allison que les gros troncs veineux cœur sont susceptibles de se spontanément, et même de ne manière rhythmique chez nmifères. Ainsi, chez un Chat, pulmonaires ont exécuté des nts pulsatiles assez intenses, lusieurs heures, après avoir ies du cœur et extraites du Dans la veine cave l'irrita- st manifestée aussi , mais ıière moins puissante. Enfin, ı assure avoir observé des ıes du même ordre sur des t sur un Bœuf, aussi bien que sur des Oiseaux et des Poissons.

(1) M. Wharton Jones a reconnu que les contractions et les dilatations alternatives de ces veines se répètent en général huit à dix fois par minute, quelquefois davantage, et que la diminution de calibre déterminée de la sorte est d'environ 1/4 ou 1/5e. Toutes les valvules ne ferment pas complétement le vaisseau lorsqu'elles se rabattent, et, dans les parties où elles offrent cette disposition, il y a souvent un reflux du sang au moment de la contraction ; mais dans la plupart de ces canaux le courant sanguin continue toujours à s'avancer vers le cœur et se trouve accéléré par chaque contraction de la veine. Ces mouvements rhythmiques ne s'observent pas dans les veines sous-cutanées des autres parties du corps et n'existent pas dans les vaisseaux du pavillon de l'oreillette, par exemple. L'électricité paraît les exciter. Enfin la contraction tonique ne se remarque pas dans les veines de ces Animaux (c).

…on, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 1re série, t. XXVIII, p. 67).
…n, *Op. cit.*, p. 318.
…ton Jones, *Discovery that the Veins of the Bat's Wings are endowed with Rhythmical* …y (*Philos. Trans.*, 1852, p. 131, pl. 4).

Contractilité tonique.

Mais dans la plupart des veines, chez l'Homme et chez autres Mammifères, la contractilité offre le même caract dans les artères (1); elle ne se manifeste que lentement, tabilité est moins grande que dans ces derniers vaisseau

Effets de la pression intermittente exercée sur les veines par les muscles circonvoisins.

§ 7. — Des effets semblables à ceux que détermi des contractions rhythmiques dans les parois des vein vent être la conséquence de toute pression exercée vaisseaux par les organes circonvoisins, pourvu que cet sion soit intermittente et de courte durée. Or, nous sav les muscles en se contractant se gonflent et se durcis nous verrons que dans le jeu ordinaire de ces organes le traction est bientôt suivie d'un temps de repos, pour mencer ensuite. Les veines, qui sont situées entre les ou dans leur épaisseur, ou bien encore qui marchent en surface et une gaîne résistante comme est celle formée de nos membres par la peau et les tissus aponévrotique cutanés, doivent donc être comprimées par ces organes ceux-ci sont mis en action, et cette compression doit à aplatir ces vaisseaux et à les vider, résultat qui ne p

(1) Le resserrement lent, ou contraction tonique des veines, se manifeste dans un grand nombre de circonstances. Ainsi, sous l'influence du froid, ces vaisseaux se resserrent beaucoup, et cet effet est très visible à travers la peau sur les veines sous-cutanées de la main, par exemple, tandis que par l'action de la chaleur on les voit se gonfler, Chacun sait aussi que l'immersion des pieds dans de l'eau chaude détermine promptement une grande dilatation des veines de toute la partie inférieure des membres abdominaux, et que ce vaisseaux paraissent filiform ces parties ont été exposées quelque temps à l'action du

(2) Ainsi dans le pavillon d du Lapin, où les artères son comme nous l'avons vu, d'u de contraction très grande, l ne sont que peu irritables sont cependant pas privées propriété, comme on peut vaincre par les expériences tings (*a*) et de M. Vulpian (*b*

(*a*) Hastings, *On the Inflammation of the Mucous Membrane of the Lungs*, p. 61 et
(*b*) Vulpian, *De la contractilité des vaisseaux de l'oreille chez le Lapin* (*Comptes re Société de biologie*, 1856, 2ᵉ série, t. III, p. 187).

obtenu que par le déplacement du sang du point pressé vers le cœur, puisque les valvules situées en amont s'opposent à tout mouvement de reflux. Mais dès que la contraction des muscles adjacents s'interrompt, cette pression cesse, et la portion du tube veineux qui s'était vidée se remplit facilement de nouveau; à raison du jeu des valvules, elle ne peut recevoir du sang que des parties qui sont situées en amont, c'est-à-dire du côté des capillaires, et par conséquent aussi l'afflux du liquide dans son intérieur doit accélérer le mouvement progressif du sang dans cette partie périphérique du système circulatoire. La contraction des mêmes muscles venant à se renouveler, l'ondée de sang qui est venue occuper la portion vide de la veine précédemment aplatie sera à son tour poussée vers le cœur, puis la veine sera encore une fois libre pour recevoir une nouvelle charge de liquide, et ainsi de suite, chaque fois que ces états alternatifs de contraction et de repos se succéderont. Si la durée de chaque pression exercée de la sorte était considérable et le temps de repos très court, le passage du sang pourrait être ralenti par suite de ces aplatissements du tube veineux; mais si, au contraire, ces mouvements alternatifs se succèdent rapidement, il en résultera un effet contraire, car la quantité de sang déplacée à chacun des coups de piston donnés ainsi par les muscles circonvoisins sera beaucoup plus considérable que celle qui aurait passé dans les mêmes espaces de temps sous l'empire des forces circulatoires générales.

Cette influence des mouvements musculaires sur la rapidité du cours du sang dans les veines devient très manifeste dans l'opération de la saignée du bras. Si le membre est en repos, le sang s'échappe de la veine ouverte en moins grande abondance que si les muscles de l'avant-bras ou de la main viennent à se contracter : chaque fois que le malade serre le poing, on voit le jet devenir plus fort; et c'est pour déterminer le jeu alternatif de ces muscles et la pression intermittente sur les

nous venons de le voir, à l'action des valvules dont l
sont pourvues; car si ces soupapes ne donnaient une
constante au liquide déplacé de la sorte, ces altern
pression et de repos ne produiraient qu'un mouveme
toire et nuiraient au cours du sang dans ces vaisse
que d'y être utile. Les fonctions de ces valvules sous l
des pressions exercées par les parties voisines nous p
aussi de comprendre pourquoi la Nature a multiplié
membraneux dans l'intérieur des veines des memb
que dans les veines du tronc ou des viscères, car c'e
dans l'appareil de la locomotion que les veines se
placées dans des conditions favorables au développ
ces pressions rhythmiques extérieures; là elles sont
de muscles puissants qui alternent dans leur action,
elles sont renfermées avec ces muscles dans une sort
tégumentaire très résistante, tandis que dans l'ab
pression exercée sur ces vaisseaux ne serait pas sujett
de la même manière.

Je ferai remarquer aussi combien cet enchaîneme
est bien calculé pour répondre aux besoins de la

la portion du service irrigatoire qui appartient à chacun de ces organes, la Nature a rendu l'accélération du cours du sang dépendante de leur contraction même. Ces harmonies physiologiques ne sont pas sans intérêt aux yeux du philosophe, et si besoin était, on pourrait les invoquer comme preuves de l'intervention d'une intelligence créatrice dans la formation des êtres vivants.

Influence des mouvements du thorax sur le cours du sang veineux.

§ 8. — Pour terminer cette revue des forces mécaniques qui interviennent dans la production du mouvement circulatoire du sang, il me reste encore à parler d'une des puissances accessoires que dans le langage des écoles on appelle *adjuvantes*, savoir, le jeu de la pompe thoracique dont la fonction principale est le renouvellement de l'air dans les organes respiratoires. Nous avons vu dans une précédente Leçon que le cœur et les gros vaisseaux qui l'avoisinent sont logés, ainsi que les poumons, dans la cavité du thorax dont les parois mobiles s'écartent et se rapprochent alternativement pour effectuer les mouvements d'inspiration et d'expiration. Or, il est évident que la diminution de pression qui, au moment de la dilatation de cette espèce de pompe aspirante, détermine l'entrée de l'air dans les voies respiratoires, doit exercer une influence analogue sur le liquide contenu dans les autres canaux qui sont également en communication avec des réservoirs extensibles renfermés dans l'intérieur de cet appareil. L'espèce d'appel exercé de la sorte ne peut avoir que peu d'influence sur le calibre de la portion terminale de l'artère aorte qui se trouve incluse dans la chambre thoracique, et qui est trop résistante pour céder notablement quand cette cavité augmente de capacité. Par conséquent, la force aspirante développée de la sorte ne peut retarder que peu ou point le cours du sang dans ce vaisseau ; mais les parois de la portion terminale des veines caves sont beaucoup plus extensibles, et chaque fois que l'agrandissement du thorax détermine l'entrée d'une nouvelle ondée d'air dans les poumons, ces vaisseaux se gonflent sous l'influence de la même cause qui dilate les

cellules pulmonaires. L'arrivée du sang vers le cœur est donc aidée par l'espèce de succion exercée par l'appareil respiratoire, et le mouvement centripète ainsi développé dans le système veineux se fait sentir au dehors du thorax partout où les veines qui aboutissent à cette cavité sont suffisamment protégées contre l'action de la pesanteur de l'atmosphère pour ne pas céder à la pression exercée par celle-ci avec plus de facilité que le liquide contenu dans leur intérieur ne se laisse attirer vers la poitrine.

Cette aspiration du sang veineux par la pompe thoracique a été aperçue par Valsalva (1), mais n'a été bien constatée et expliquée que dans ces derniers temps par David Barry. Ce physiologiste introduisit dans l'une des grosses veines voisines du cœur d'un Cheval l'extrémité supérieure d'un tube coudé dont le bout opposé plongeait dans un vase contenant un liquide coloré; il plaça ensuite une ligature autour de la veine, de façon à y assujettir l'appareil ainsi disposé, et il vit qu'à chaque mouvement d'inspiration exécuté par l'Animal le liquide montait dans la branche verticale du tube, tandis que pendant les mouvements d'expiration il redescendait plus ou moins bas (2).

(1) Valsalva paraît avoir été le premier à observer l'action aspirante des mouvements inspiratoires sur le sang veineux. Morgagni nous apprend que ce physiologiste, ayant mis à découvert les veines jugulaires d'un Chien, remarqua que ces vaisseaux étaient gorgés de sang, mais se désenflaient quand l'Animal inspirait de l'air, puis se distendaient de nouveau pendant l'expiration; enfin qu'en comprimant ces vaisseaux de façon à y arrêter le cours du sang dans un point, on n'empêche pas la portion du liquide située au-dessous de ce point de couler vers le cœur (*a*). Haller, ayant mis à nu sur des Animaux vivants les divers troncs veineux qui se rendent au thorax, vit que pendant l'expiration ces vaisseaux devenaient rouges et gonflés par l'accumulation du sang dans leur intérieur, mais devenaient pâles et flasques pendant l'inspiration, et que dans cet état ils étaient vides, car en les ouvrant il n'en fit pas sortir de sang (*b*).

(2) D. Barry varia ces expériences de différentes manières, et les pratiques

(*a*) Morgagni, *De sedibus et causis morborum*, epist. XIX.

(*b*) Haller, *Mém. sur le mouvement du sang*, p. 68.

obable que l'influence accélératrice des mouvements es se fait sentir d'une manière directe dans toutes les fondes qui viennent aboutir dans la cavité thoracique; ines superficielles du cou et des membres s'affaissent ment pour qu'une succion notable puisse s'exercer intérieur sans en amener l'aplatissement. Ainsi, répète l'expérience dont je viens de parler en introtube manométrique dans la partie antérieure de la laire, on n'y observe aucune ascension de liquide au e l'inspiration (1). Mais si l'action directe de cette

is aussi bien que sur des s résultats en furent toumes, et établirent nettevention de la force appaompe représentée par la ique dans le travail circus ce physiologiste s'exaèrement l'importance de éveloppée de la sorte, et les effets directs s'en faijusque dans les parties les s de l'organisme : ce qui .

olt a fait voir que dans ble rempli d'eau, la suc par chaque coup de pismpe aspirante ne déplace ne de liquide très courte, loin les parois du conduit us la pression de l'atmosdyen s'est appuyé aussi our combattre la théoration du sang veineux, et il a trouvé que dans la veine cave abdominale ce liquide reste en repos lorsqu'on le soustrait à l'action du *vis à tergo*, c'est-à-dire de la pression qui tend à le pousser vers le cœur (*b*). Il est aussi à noter que M. Ellerby, en répétant les expériences de Barry sur des Anes, a vu que l'ascension du liquide dans le manomètre n'était bien marquée que lorsque le tube rigide introduit dans la veine jugulaire externe arrivait très près du thorax (*c*), et M. Searle, ayant placé dans la veine jugulaire d'un Cheval un tube vertical dont l'extrémité inférieure plongeait dans de l'eau, n'a vu le liquide s'y élever que dans le cas où l'Animal était couché et sa respiration très laborieuse (*d*). Enfin les expériences de M. Poiseuille, sur lesquelles j'aurai à revenir bientôt, prouvent aussi que chez le Chien, à une assez petite distance du thorax,

Recherches expérimentales sur les causes du mouvement du sang dans les veines.
5. — *Experim. Researches on the Influence exercised by Atmospheric Pressure sion of the Blood in the Veins*, etc., 1846.
An Inquiry on Several Doubtful Points connected with the Circulation (*Edinb. ourn.*, 1824, t. XXII, p. 275).
per. on the Venous Circulation and Absorption (*Lancet*, 1826, t. XI, p. 326).
Critical Analysis of the Mem. read by Dr Barry on the Atmospheric Pressure al Cause of the Progression of the Blood in the Veins, 1827, p. 19.

force aspiratrice ne s'étend que peu, les effets consécut résultent doivent néanmoins favoriser le cours du sang dans toute l'étendue du système vasculaire; car, par ce que la portion de ces tubes la plus voisine du thorax a été totalité ou en partie, le courant qui arrive des portions a du système trouve moins de résistance à son mouven le cœur, et ainsi, de proche en proche, l'effet util généraliser.

Il est aussi à noter que les effets de l'action aspira pompe respiratoire sur le cours du sang veineux sont par la disposition anatomique de quelques-unes des veines à leur entrée dans la cavité thoracique. Ainsi fibreuses qui entourent ces vaisseaux à la base du c adhèrent à leurs parois, les maintiennent béantes, et le voisins contribuent même à les dilater au moment de inspirations. Un mécanisme analogue se remarque veines hépatiques débouchent dans la veine cave infé dans le point où ce dernier vaisseau traverse le dia Enfin le retour du sang qui a été amené au foie par la vei qui se dirige vers le cœur paraît devoir être beaucou par la force aspirante développée dans cette région par vements du diaphragme (1).

dans la veine brachiale, près de l'aisselle par exemple, l'effet des mouvements d'inspiration et d'expiration ne sont pas sensibles sur la pression à laquelle le sang veineux se trouve soumis (*a*). Mais en ce qui touche les gros troncs veineux qui aboutissent à la cavité thoracique, les recherches de ce physiologiste sont pleinement confirmatives de la théorie donnée par Barry (*b*).

(1) M. Bérard a appel des anatomistes sur les qui existent entre les parol caves supérieures, jugul clavières et même axillair lames aponévrotiques cir et sur l'influence que ces doivent exercer sur la quand le thorax se dilat voir que ces veines ne dev flasques et ne s'affaissent

(*a*) Poiseuille, *Recherches sur la cause des mouvements du sang dans les veines*
(*b*) Poiseuille, *Op. cit.*, p. 7.

– L'étendue de la zone d'action de la puissance aspi- ;eloppée par la dilatation du thorax dépend, comme je dit, du degré de résistance qu'offrent les parois des ›t, d'après certains accidents graves qui se manifestent ans les opérations chirurgicales, lorsque ces vaisseaux

Étendue de la zone de l'action aspirante de la pompe thoracique.

ıt d'être distendues par le que cela arrive pour les t les parois ne sont pas en place par suite de leur les parties résistantes cir- . Or, il résulte de cette qu'au moment de la dila- ıorax, ces gros vaisseaux ne pas sous le poids de l'at- et permettent à la force lévelopρée par les mouve- :tte cavité de produire son : sang qui se trouve à une ıtance dans ces mêmes ca- ıt aussi à remarquer que vroses qui maintiennent ε la portion terminale des ıes du cou, étant à leur tour ›s qui composent la partie les parois thoraciques, sa- :num, les premières côtes cules, se trouvent tendues os sont soulevés dans l'in- ıt que cette tension doit celle des parois veineuses elles adhèrent. Ainsi le : qui détermine l'aspira- g dans les veines place en ›s ces vaisseaux dans les les plus favorables pour l'utilisation de la force déployée (*a*). J'ajouterai que le muscle peaucier et les muscles scapulo-hyoïdiens, qui se contractent dans les grandes inspirations, contribuent aussi à tendre les aponévroses de la région cervicale inférieure, et à augmenter, par conséquent, l'écartement des parois des troncs veineux en question (*b*).

On sait aussi que les veines hépatiques adhèrent au tissu du foie, de façon à rester béantes quand on les coupe, et la veine cave inférieure, dans laquelle ces vaisseaux débouchent, est entourée d'expansions fibreuses qui la fixent au pourtour de l'orifice pratiqué dans le diaphragme pour y livrer passage. Il y a donc dans cette région une consolidation des parois du conduit sanguin centripète analogue à ce qui se voit à la base du cœur; et si l'on examine attentivement les changements que la contraction du diaphragme doit déterminer dans la position de ces parties, on voit que les mouvements inspiratoires doivent tendre à augmenter le diamètre de ces conduits et à y favoriser l'action aspirante de la pompe thoracique. Ce mécanisme, indiqué par M. Bérard et

ém. sur un point d'anatomie et de physiologie du système veineux (*Arch. gén. de* XXIII, p. 169, et *Cours de physiologie*, t. IV, p. 9).
ısi, à ce sujet : Hamernik, *Ueber einige Verhältnisse der Venen, der Vorhöfe und Herzens und über den Einfluss der Kraft, der Lungen und der Respirations les Circulations apparat* (*Prager Vierteljahrschrift für die prakt. Heilk.*, 1853, 12).
: *sur les fonctions des muscles peauciers*. Paris, 1852.

sont divisés, il est évident que chez l'Homme les effets d cette force peuvent s'étendre très loin. Dans un assez gra bre de cas, lorsqu'une grosse veine a été ouverte, l'air at rique s'y est tout à coup précipité avec un bruit compa sifflement produit par le passage du vent dans un orific et, arrivé dans le cœur ce fluide a déterminé une mort subite en arrêtant la circulation du sang dans les capill poumons. Cette entrée de l'air dans les veines s'effectu ment de l'inspiration, et elle est due à l'espèce de succion dans l'intérieur de ces vaisseaux par la dilatation de la ca racique dans laquelle ceux-ci pénètrent. Or des accide genre ont été observés non-seulement dans divers ca grosses veines de la base du cou avaient été ouvert aussi dans des opérations qui portaient sur des parti éloignées de la poitrine. Ainsi on en cite des exem suite de plaies faites à la veine faciale, près de l'ang mâchoire, et à la veine axillaire. Il en faut conclure (l'Homme l'influence directe de la force aspiratoire d sur le cours du sang veineux peut s'étendre à ces vais même au delà, puisque dans ces points cette force a (grande pour attirer rapidement l'air du dehors dans l' des veines et faire arriver ce fluide jusque dans le cœu

Introduction de l'air dans les veines.

§ 10. — Du reste, pour apprécier le degré d'utili force aspirante ainsi développée par le thorax peut av

Action foulante du thorax.

par Carson (*a*), a été exposé avec plus de détail par M. Shaw (*b*).

C'est surtout dans les cas d'insuffisance des valvules des veines jugulaires que l'influence des mouvements expiratoires forcés devien rable (*c*).

(1) Wepfer, médecin xviie siècle, paraît avoir é mier à bien constater l'acti

(*a*) Bérard, *Cours de physiologie*, t. IV, p. 64.
— Carson, *Inquiry into the Causes of the Motion of the Blood*, 2e édition.
— J. Carson, *Circulation of the Liver* (*Lond. Med. Gazette*, 1842, 2e série, t. II, p
(*b*) A. Shaw, *On Some Peculiarities in the Circulation of the Liver* (*London Med. Ga* 2e série, t. II, p. 293).
(*c*) Hamernik, *Op. cit.* (*Vierteljahrschr. für prakt. Heilk.*, t. XXXIX, p. 32).

du courant circulatoire, il faut tenir également l'influence inverse exercée par les parois de cette té à chaque mouvement d'expiration. Ainsi que nous

duit brusquement et en idérable dans les vais- as des Animaux (*a*). On)ufflant avec la bouche jugulaire d'un Bœuf, il celui-ci presque immé- On doit aussi à Redi (*c*), Heide (*d*), R. Camera- er (*f*), Bohin (*g*), Spren- ;res (*i*), et à plusieurs ogistes de la même épo- ériences sur les effets de l'air dans les veines.

nts qui se manifestent nsité et de caractère sui- maux sur lesquels on 'ant la quantité de gaz i Redi et Caldesi ont sou- les vaisseaux sanguins ande partie par de l'air nes, sans que ces Ani- ru en souffrir (*j*); Haller des bulles d'air dans les ésentériques des Gre- vaient été ouvertes (*k*), e des faits du même ordre observés chez des Hérissons (*l*). Enfin Nysten a fait voir qu'on pouvait injecter dans les veines de beaucoup d'autres Mammifères une certaine quantité d'air sans produire d'accidents graves, tandis que l'introduction subite d'un volume un peu considérable de gaz produit la syncope et souvent une mort subite (*m*).

L'entrée spontanée de l'air dans les veines dont les parois avaient été incisées, ou, pour parler plus exactement, l'entrée de ce fluide dans ces vaisseaux par suite de l'aspiration que les mouvements de dilatation du thorax y exercent, paraît avoir été observée pour la première fois par Méry. Ayant ouvert l'abdomen d'un Chien et piqué la veine cave inférieure, ce physiologiste vit ce vaisseau se remplir peu à peu d'air, et ce gaz arriver jusque dans le ventricule droit du cœur (*n*). On trouve aussi dans les annales de la chirurgie plusieurs exemples assez anciens de mort subite survenue chez l'Homme pen-

ner, *De experimentis circa venæ sectionis utilitatem* (*Ephemeridium Acad. nat.* c. 3, ann. IV, p. 158).
ies, *Dissert. epist. de inflatione ureterum*. Giessæ, 1704.
à Sténon (*Collection académique*, part. étrang., t. IV, p. 586).
Heide, *Centuria observationum medicarum*, 1685, obs. 90.
rarius, *Tensio cordis lipothymiæ causa* (*Ephemer. naturæ curios.*, 1686, déc. 3, p. 95).
arium observationibus medicis centum, 1687.
ulus anatomico-physiologicus, 1697, progymnasma IV, *De principio vitæ*, p. 60.
xperimenta circa varia venena. Göttingen, 1759.
ysical Experiments on Brutes, 1746, p. 151, 154.
à Sténon (*Collect. acad.*, part. étrang., t. IV, p. 586).
serv. anat. interno alle Tartarughe. Florence, 1687, p. 64.
. *sur le mouvement du sang*, p. 27.
motu cordis, lib. I, sect. I, cap. 2, propos. 2, digr. 1.
herches de physiologie et de chimie pathologiques, 1811, p. 2 et suiv.
ion physique (*Mém. de l'Acad. des sciences*, 1707, p. 167).

l'avons déjà vu, l'air comprimé par l'action foulante de l
respiratoire doit nécessairement transmettre une porti
pression qu'elle supporte aux réservoirs sanguins qui s

dant des opérations, qui aujourd'hui s'expliquent par les effets connus de l'aspiration veineuse; mais le premier cas dans lequel la cause de ces accidents fut constatée par l'autopsie est celui observé par Magendie en 1818, sur un malade de l'Hôtel-Dieu de Paris, qui en quelques minutes périt entre les mains de ce physiologiste, à la suite de l'ouverture de la veine jugulaire externe à la base du cou (*a*). Depuis lors, un assez grand nombre d'accidents du même genre ont été observés, soit chez l'Homme, soit chez le Cheval, et l'histoire de la plupart de ces cas a été réunie dans un ouvrage spécial par Amussat (*b*).

Les accidents plus ou moins graves qui accompagnent l'entrée subite d'une certaine quantité d'air dans les veines de l'Homme ou des autres Mammifères ont été attribués à diverses causes. Bichat crut pouvoir expliquer ces phénomènes en supposant que l'air, arrivé dans les petits vaisseaux sanguins du cerveau, détermine la mort en irritant cet organe (*c*). Nysten pensa que la syncope et les

autres accidents en quest
taient de l'interruption d
ments du cœur par suite d
sion excessive des cavités d
organe, occasionnée par l
de l'air, et cette hypothèse
tée par beaucoup d'auteur
tres physiologistes ont s
l'air parvenu dans les ca
poumons s'y dilatait a
rompre ces vaisseaux e
pandre dans le tissu co
convoisin (*e*). Mais les
confirment pas ces vues,
riences faites plus récem
sujet par M. Poiseuille
prouver que dans les cas
l'arrêt de la circulation e
non de la cessation des
du cœur, mais de l'état
sang qui, mêlé ainsi ave
de gaz, ne peut plus t
vaisseaux capillaires des p
fectivement, ce physiologi
que la pression développé
est insuffisante pour fair
petites bulles d'air dans
étroits (*f*). Cette explicati

(*a*) Magendie, *Sur l'entrée accidentelle de l'air dans les veines, et sur la mort s l'effet* (*Journ. de physiol.*, 1821, t. I, p. 190).

(*b*) Amussat, *Recherches sur l'introduction de l'air dans les veines*. In-8, 183
— Voyez aussi Putégnat, *Essai sur l'introduction de l'air dans les veines pend tions chirurgicales*. Thèse, Paris, 1834.

(*c*) Bichat, *Recherches physiologiques sur la vie et la mort*, 2ᵉ partie, art. 2, 1818, t. I, p. 126 et suiv.).

(*d*) Nysten, *Op. cit.*, p. 31 et suiv.

(*e*) Leroy d'Étiolles, *Note sur l'introduction de l'air dans les veines* (*Archive médecine*, 1823, t. III, p. 410).
— Piedagnel, *Recherches anatomiques et physiologiques sur l'empyème des pou de physiologie* de Magendie, 1829, t. IX, p. 79).

(*f*) Poiseuille, *Lettre sur les causes de la mort par suite de l'introduction de veines* (*Gazette médicale*, 1837, p. 671).

ɔs son intérieur, et doit tendre à expulser le liquide contenu ıs les grosses veines qui aboutissent au cœur. De même e cette pression accélère le cours efférent du sang dans les ères, elle doit ralentir l'afflux du sang dans les veines ou occasnner même dans ce liquide un mouvement rétrograde. Si pulsion de l'air était déterminée seulement par la constricn des parois du thorax, la pression exercée de la sorte sur les nes de l'intérieur de la poitrine pendant l'expiration serait général beaucoup plus considérable que la force aspiratoire eloppée pendant l'inspiration, et par conséquent le résultat l serait défavorable au cours du sang dans le système irrioire. En effet, nous avons vu que la pression sous laquelle

nnée précédemment par M. Mer(a), s'accorde aussi très bien avec résultats obtenus par M. Valken(b) et par M. Erichsen (c).

ppréciation de la gravité des ents causés par l'introduction de dans les veines, et l'explication es phénomènes, ont donné lieu, a quelques années, à de longues ssions dans le sein de l'Académie médecine de Paris et à diverses publications auxquelles je renverrai pour plus de détails à ce sujet (d).

Dans quelques cas, on a constaté l'introduction de l'air dans les veines de l'utérus, à la suite de l'accouchement (e); mais cet accident ne paraît pas avoir été occasionné par l'aspiration thoracique, et dépendait probablement d'une sorte d'injection de ce fluide dans les vaisseaux béants, résultant des contractions de cet organe (f).

) Mercier, *Observations sur l'introduction de l'air dans les veines et sur la manière dont roduit la mort* (*Gazette médicale*, 1837, p. 481).
) Valkenhoff, *De aeris in venas ingressu ejusque effectis lethalibus*, 1840.
) Erichsen, *On the Proximate Cause of Death after Spontaneous Introduction of Air into the* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1844, t. LXI, p. 1).
) Bouillaud, *Rapport sur les expériences relatives à l'introduction de l'air dans les veines, par M. Amussat* (*Bulletin de l'Académie de médecine*, 1837, t. II, p. 182).
- Gerdy, *De l'introduction de l'air dans les veines* (*Bull. de l'Acad. de méd.*, t. II, p. 280).
- Velpeau, *Lettre sur l'introduction de l'air dans les veines* (*Gazette médicale*, 1838, 13).
- Barthélemy, *Introduction de l'air dans les veines* (*Gazette médicale*, 1838, p. 61).
- Marchal (de Calvi), *Note sur l'introduction dite spontanée de l'air dans les veines. Explinouvelle de la mort par suite de cet accident* (*Ann. de chirurgie*, 1842, t. VI, p. 296).
) Legallois, *Des maladies occasionnées par la résorption du pus* (*Journal hebdomadaire de ine*, 1829, t. III, p. 183).
- Lionet, *Sur un cas de mort prompte après un accouchement naturel* (*Journal de chirurgie*, t. III, p. 234).
- Cormack, *The Entrance of Air by the open Mouths of the Uterine Veins considered as a of Danger and Death after Parturition* (*Monthly Journ. of Med. Sciences*, 1850, 3ᵉ série, p. 483).
) Bérard, *Cours de physiologie*, t. IV, p. 97.

l'air s'échappe des voies respiratoires est supérieure à celle que l'atmosphère exerce sur ce même fluide dans l'intérieur de la trachée au moment de l'inspiration (1). Mais dans la respiration calme et ordinaire, la pression expiratrice est développée principalement par le resserrement des poumons sur eux-mêmes, et cette action des poumons, loin de produire une compression des vaisseaux en question, doit tendre à les dilater de la même manière qu'elle attire le diaphragme en dedans. Une portion de la pression développée par la constriction des parois du thorax doit donc être contre-balancée par la traction exercée par les poumons, et l'on comprend que la résultante de ces deux forces contraires puisse devenir de la sorte plus petite que celle développée par les mouvements d'aspiration. Or, l'expérience nous montre qu'effectivement les choses se passent de la sorte.

M. Poiseuille a mesuré la longueur d'une colonne de liquide qui se trouve alternativement soulevée ou déprimée dans la grande branche ascendante d'un tube en U dont la petite branche était engagée dans l'une des grosses veines intrathoraciques, il a trouvé que dans les conditions ordinaires de la respiration les effets produits par la succion inspiratoire étaient plus grands que ceux dus à la pression développée pendant l'expiration (2).

(1) Voyez tome II, page 454.

(2) Le manomètre employé dans ce cas par M. Poiseuille consiste en un siphon renversé, ou tube en U, dont la petite branche est coudée et fixée dans la veine, tandis que l'autre branche, qui s'élève verticalement, est ouverte au bout. La petite branche est remplie d'une dissolution de carbonate de soude (sel qui empêche le sang de s'y coaguler), et le liquide s'élève au même niveau, dans la grande branche, quand tout est en repos ; niveau que l'on prend pour le zéro de l'échelle de l'instrument. Mais quand, par suite de la dilatation du thorax, le sang veineux est attiré vers le cœur, la dissolution saline doit suivre ce mouvement, et la colonne située dans la grande branche du manomètre s'abaisse proportionnellement à la force déployée; le niveau dans cette branche descend au-dessous du niveau, tandis que le sang veineux est refoulé au dehors par le mouvement opposé du thorax

ar conséquent, en somme, l'action de l'espèce de pompe alter-ativement aspirante et foulante représentée par la cavité tho-acique est favorable au cours du sang veineux des parties ériphériques vers le cœur.

Il est aussi à noter que la présence des valvules n'oppose ucun obstacle à l'extension des effets d'aspiration produits dans s veines par la dilatation du thorax, tandis que le jeu de ces oupapes arrête presque immédiatement le reflux occasionné ar le mouvement expiratoire. Ainsi lorsque, dans des expé-ences analogues à celles dont je viens de parler, M. Poiseuille ustait l'extrémité de son manomètre dans la veine jugulaire de çon à rester en deçà des valvules qui se trouvent à l'embou-ure de cette veine, les effets dus à l'action aspirante de la ompe thoracique restèrent à peu près les mêmes que dans le s où il dépassait ces valvules; mais le reflux déterminé par

st-à-dire par l'expiration, le niveau èvera, d'une manière correspon-te à cette pression, plus ou moins t au-dessus du même zéro.

Dans une première expérience, faite r un Chien de moyenne taille, l'in-ment fut assujetti convenable-nt dans la veine jugulaire externe che, de façon à y déboucher tout s du thorax. Le liquide oscilla tout uite dans l'instrument, et le dé-ement alternatif du niveau autour éro, pendant les mouvements res-oires, donnèrent les résultats sui-s :

t l'inspiration.	Pendant l'expiration.
— 90 millimètres.	+ 85 millimètres.
70	+ 60

insi de suite.

is, sous l'influence d'efforts res-piratoires un peu plus considérables :

Pendant l'inspiration.	Pendant l'expiration.
— 150 millimètres.	+ 120 millimètres.

Enfin, sous l'influence de mouvements inspiratoires plus étendus, la dépression correspondante aux aspirations a atteint 250 millimètres au-dessous du zéro, et l'élévation du liquide pendant les expirations a été jusqu'à 155 millimètres au-dessus du zéro.

Des phénomènes analogues furent observés lorsqu'on expérimenta sur la veine sous-clavière et sur la veine cave inférieure, à leur entrée dans la poitrine.

Ainsi la différence en faveur de l'influence aspirante sur le cours du sang veineux a été, en moyenne, égale au poids d'une colonne de dissolution saline d'environ 1 centimètre de haut à chaque inspiration (*a*).

) Poiseuille, *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les veines*, p. 6 (extr. *Journal hebdomadaire de médecine*, 1830, t. I).

les mouvements d'expiration correspondants se trou presque à rien (1).

Lorsque les mouvements respiratoires, au lieu de comme d'ordinaire d'une manière calme et lente, d violents et difficiles, les effets produits sur la circul beaucoup plus considérables. Ainsi, dans les cas oi obstacle s'oppose à l'entrée libre de l'air dans les po moment où le thorax se dilate, l'appel du sang vei l'intérieur de cette cavité sera plus fort que de c pourra doubler d'intensité ou s'accroître davantage e lorsque la glotte se resserre pendant que les parois th se contractent énergiquement, ce sera au contraire le sang dans les veines qui s'en trouvera augmenté (2)

(1) Dans cette expérience faite sur un Chien, la hauteur de la colonne du liquide attiré vers le cœur par les mouvements d'inspiration a varié entre 70 et 90 millimètres, tandis que celle de la colonne soulevée pendant les mouvements d'expiration a varié entre 15 et 3 millimètres, et a été, terme moyen, d'environ 7 millimètres. En faisant avancer l'extrémité de l'instrument dans la veine jugulaire, de façon à franchir les valvules, les oscillations sont restées à 75 millimètres environ pour les inspirations, et se sont élevées, terme moyen, à 55 millimètres dans les moments d'expiration (*a*).

(2) M. Poiseuille a produit artificiellement ces phénomènes chez un des Animaux sur lesquels il mesurait l'influence des mouvements respiratoires sur le cours du sang veineux, à l'aide de l'instrument décrit ci-dessus. Pour cela, il plaça dans la trachée artère un tube métallique robinet. Lorsque celui-ci vert, les excursions du liq manomètre étaient alte d'environ 70 millimètres a zéro de l'échelle pendant tions, et de 80 ou 90 au dant les expirations; mais le robinet immédiatemer expiration, l'aspiration par les efforts impuissan mal pour attirer de l'air d mons occasionnait des correspondants dans la quide, qui furent succes 60, 80, 100, 120, 140, 15 mètres. Ainsi à mesure que le besoin d'air, l'Animal d'efforts pour dilater sa force aspirante à laquelle neux se trouvait soumis libre au poids d'une colon plus en plus longue (*b*).

Ces résultats bien consta

(*a*) Poiseuille, *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les veines*
(*b*) Poiseuille, *Op. cit.*, p. 7.

ces modifications dans le jeu de la pompe respiratoire
:ve que rarement, si ce n'est dans certains états patho-
mais la seconde est très fréquente et se manifeste
is que nous faisons quelque effort musculaire. Dans
:t la parole soutenue, la pression expiratoire est tou-
mentée de la sorte; quand on pousse des cris, elle
ıvantage, et lorsqu'on fait un effort violent pour sou-
fardeau ou pour vaincre toute autre résistance, elle
:ncore plus (1). Or, ces actions déterminent en même
: augmentation de la force qui pousse le sang artériel
capillaires et de là dans les veines; ces derniers
se gonflent donc par les effets de deux causes agis-
ens contraire : par l'afflux plus abondant de liquide
intérieur et par l'obstacle opposé à l'écoulement de
rs le cœur, ou même par son reflux du cœur vers la
:, phénomène qui devient d'autant plus facile que la
des parois vasculaires a été portée plus loin; car dans
eu des valvules peut devenir insuffisant pour empê-
urant de s'établir en sens inverse de sa direction nor-

ngé une des conditions de
, de manière à annuler les
dilatation des parois tho-
à augmenter les efforts
. Pour cela, il laissa ren-
ns les poumons, et ferma
apté à la trachée dans le
l'animal venait de faire
inspiration. Alors le li-
nomètre ne descendit plus
de zéro et s'éleva succes-
10, 50, 70, 95, 105, 115,
tres.

(1) Ce gonflement des veines sous l'influence de la pression développée par les contractions violentes du thorax est facile à observer à la base du cou et même à la tête, surtout chez les personnes maigres.

Un des membres de l'ancienne Académie des sciences de Paris, Bertin, a étudié avec beaucoup d'attention ces phénomènes (*a*).

(2) Cette insuffisance des valvules pour empêcher le reflux du sang dans les veines, quand la distension de ces

lémoire sur la principale cause du gonflement et du dégonflement alternatif des *es, etc., différent de celui qui est produit par la contraction de l'oreillette droite* *de l'Acad. des sciences*, 1758, p. 200).

La force aspirante développée par la dilatation du thorax ne se fait que peu sentir sur le sang contenu dans les grosses veines de l'abdomen, à cause de la flaccidité des parois de ces vaisseaux ; mais l'abaissement du diaphragme, qui concourt à attirer l'air dans les poumons, contribue aussi à envoyer ce liquide vers le cœur. En effet, chaque fois que le diaphragme se contracte dans l'inspiration, ce muscle comprime les viscères placés au-dessous dans la cavité abdominale, et ceux-ci pressent à leur tour sur la veine cave inférieure et sur ses affluents : or, cette pression ne peut pas déterminer un reflux du sang vers les extrémités à cause de la présence des valvules veineuses, et par conséquent elle doit tendre à pousser ce liquide de l'abdomen dans le thorax. Si la respiration est calme, les muscles des parois abdominales n'interviendront pas dans les mouvements d'expiration, et la pression exercée alors sur les viscères, venant à diminuer l'afflux du sang des membres inférieurs dans la veine cave en partie vidée, sera de nouveau plus facile, et de la sorte ces mouvements rhythmiques viendront en aide à la circulation de la même manière que nous avons vu les contractions muscu-

vaisseaux est devenue considérable sous l'influence de mouvements expiratoires violents, se démontre à l'aide de quelques-unes des expériences de M. Poiseuille. Ayant ajusté son manomètre dans la veine jugulaire, vers le haut du cou, ce physiologiste remarqua que le liquide n'oscilla pas tant que la respiration de l'Animal était calme ; mais des efforts violents d'inspiration et d'expiration ayant eu lieu, le liquide descendit d'abord à 5 millimètres, puis remonta à 2 millimètres. Or ce dernier résultat ne pouvait être attribué qu'à un reflux du sang veineux, s'effectuant malgré le jeu des valvules situées entre l'embouchure de la jugulaire et le point où était placé l'ajutage de l'instrument (*a*). D'autres expériences analogues montrent que, même dans les circonstances ordinaires, les valvules les plus rapprochées du cœur ne suffisent pas pour s'opposer efficacement à tout reflux du sang dans les jugulaires, mais que leur action est complétée par le jeu des valvules suivantes.

(*a*) Poiseuille, *Recherches sur les causes des mouvements du sang dans les veines*, p. 9 (extr. du *Journal hebdomadaire de médecine*, 1830, t. I).

s de nos membres accélérer le cours du sang dans les es adjacentes. Mais si l'expiration devient laborieuse et ›nte, les parois de l'abdomen se contracteront pour aider baissement des côtes, et alors la pression exercée sur les es contenues dans cette cavité deviendra permanente, et, eu de favoriser le mouvement du sang, sera un obstacle ssage de ce liquide des membres inférieurs vers le cœur (1).

i nous voyons que pour bien apprécier l'influence des rses forces qui interviennent dans le travail de la circulation, ut examiner attentivement les conditions dans lesquelles une d'elles peut s'exercer, car les effets produits par une e cause peuvent être inverses, suivant qu'elle agit dans telle elle circonstance.

es actions alternatives et contraires du thorax sur le mouve- t du sang dans les grosses veines qui y pénètrent à la base du nous expliquent les pulsations qui s'observent souvent dans région, et que l'on désigne d'ordinaire sous le nom de *pouls ux*. La cause de ces battements est complexe. En effet, ils dent, d'une part d'un reflux du sang dans les gros troncs x chaque fois que l'oreillette droite se contracte, d'autre l'accumulation subite et du reflux de ce liquide qui est iné par les mouvements expiratoires (2). Pouls veineux.

s diverses expériences faites seuille sur les veines ilia- hien, la pression exercée ères de l'abdomen sur le u dans ces vaisseaux était s d'une colonne d'eau de limètres pendant l'inspi- environ 75 millimètres on ; mais, dans les ef- elle s'élevait, dans l'ex- 160 et même 210 millimètres. En empêchant la sortie de l'air des poumons et en provoquant ainsi des mouvements expiratoires d'une intensité extrême, M. Poiseuille a vu le liquide du manomètre en communication avec la veine iliaque s'élever à 575 millimètres (*a*). Les expériences de ce physiologiste montrent aussi qu'il n'y a jamais aspiration dans les veines des membres inférieurs.

(2) Le reflux du sang de l'oreillette

(*a*) *cherches sur les causes des mouvements du sang dans les veines*, p. 11.

La coïncidence des effets contraires produits sur le sang dans les veines et dans les artères par les mo expiratoires énergiques nous explique la grande acc de ce liquide dans les vaisseaux de la tête et d'autres corps, qui se remarque souvent lorsque des mouvem genre se prolongent beaucoup, comme dans le chant (e ticulièrement dans la production des sons aigus qui n une grande contraction de la glotte) ou dans le rire in On voit alors la face rougir, les yeux s'injecter, se gonfle fois même des hémorrhagies se déclarer par suite de l de quelques petits vaisseaux sous la pression du sang co parois ; aussi les médecins rangent-ils ces mouvem lents du thorax au nombre des causes qui peuvent dé même l'apoplexie, maladie qui consiste d'ordinaire en chement de sang dans la substance du cerveau (1).

droite dans les veines caves, lors de la systole auriculaire, est en général très faible ; mais lorsque ce réservoir est atteint d'une dilatation morbide qui amène l'agrandissement de l'embouchure des troncs veineux, ou que la valvule tricuspide devient inapte à fermer complétement l'orifice auriculo-ventriculaire, une portion considérable du sang pressé par la contraction du cœur s'échappe par cette voie, et en rentrant dans les veines, y détermine des pulsations synchroniques avec les battements des artères ou les précédant un peu. Le sang peut rentrer aussi dans les veines de la base du cou, lorsque le thorax se contracte ; et comme ces deux sortes de mouvements ne coïncident pas toujours, il en résulte dans ces vaissea tements irréguliers, qua rhythme et à leur intensit

Nous aurons bientôt l'o voir que des phénomènes se produisent dans l'intérie sous l'influence des mouv piratoires, et M. Donders l'existence de pulsations nature dans les veines de du globe de l'œil (a).

(1) Swammerdam cite d'un jeune homme qui, e avec force son haleine, fa à volonté le sang par une avait au pied (b). Boerhaav vu une personne qui, da immodéré, était près de mo plexie (c) ; et Van Swieten p

(a) Donders, *Physiologie des Menschen*, t. I, p. 149.
(b) Swammerdam, *Tractatus de respiratione*, p. 9 (1679).
(c) Boerhaave, *Comment.*, t. V, p. 236.

§ 11. — En étudiant anatomiquement l'appareil circulatoire, nous avons vu que dans chaque région du corps les veines sont non-seulement plus grosses, mais aussi plus nombreuses que les artères. Il en résulte que la somme des sections des vaisseaux centripètes est beaucoup plus grande que celle des aires des vaisseaux centrifuges, et que par conséquent le courant sanguin doit être aussi beaucoup moins rapide dans les premiers que nous ne l'avons trouvé dans les derniers; car nous savons, d'après les principes d'hydraulique déjà exposés, que le volume de liquide qui passe dans un temps donné par une section quelconque de ce système de tubes doit être partout le même. L'expérience est d'accord avec le raisonnement : en effet, on a constaté que le mouvement du sang est plus lent dans les veines que dans les artères (1); mais dans les veines, de même que dans les artères, il existe à cet égard des différences assez grandes suivant les portions du système irrigatoire que le courant traverse, et l'on peut établir en règle générale, que le

Vitesse du courant sanguin dans les veines.

cantatrice qui, en poussant des sons aigus et prolongés, éprouvait des vertiges jusqu'à tomber, si elle ne cessait immédiatement son chant (*a*).

Bertin, qui a écrit très longuement sur l'influence que les mouvements respiratoires exercent sur la circulation, fait remarquer que c'est par le même mécanisme que la toux augmente souvent d'une manière violente la céphalalgie (*b*). Il a beaucoup insisté aussi sur l'influence exercée sur la circulation veineuse par la contraction violente des muscles de l'abdomen qui pousse le sang des vaisseaux des viscères dans la veine cave inférieure, et fait ensuite refluer ce liquide dans la veine cave supérieure; ce qui arrête le cours du sang dans les jugulaires, et par conséquent aussi détermine l'accumulation de ce liquide dans les sinus encéphaliques.

(1) Ainsi, dans les recherches de M. Volkmann, la moyenne de trois expériences a donné, pour la vitesse du sang, 329 millimètres dans l'artère carotide, et 225 millimètres dans la veine jugulaire du Chien (*c*).

(*a*) Van Swieten *Commentaria in H. Boerhaave aphorismos de cognoscendis et curandis morbis*, t. III, p. 270.

(*b*) Bertin, *Mémoire sur la principale cause du gonflement et du dégonflement alternatif des veines jugulaires, etc.* (*Mém. de l'Acad. des sciences*, 1758, p. 293).

— Voyez aussi, à ce sujet : Bourdon, *Recherches sur le mécanisme de la respiration et sur la circulation du sang*. In-8. 1820, p. 59 et suiv.

(*c*) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 195.

mouvement du sang s'accélère à mesure qu'il se rapproche du cœur.

Bruits veineux anormaux.

Du reste, ce mouvement est toujours à peu près uniforme, et, dans les circonstances ordinaires, il ne donne pas lieu à la production de vibrations sonores, mais dans divers états pathologiques il est accompagné d'un bruit de souffle analogue à ceux qui s'observent dans les artères (1).

Pression du sang dans les veines.

§ 12. — La disposition de la portion centripète de l'appareil circulatoire a aussi pour effet de rendre très faible la pression sous laquelle le sang se meut dans son intérieur. Nous avons vu précédemment que la poussée latérale exercée par ce liquide sur les parois des artères est déterminée principalement par la résistance que les capillaires opposent à son passage. Or, cet obstacle se trouve en amont des veines, et il n'existe rien de semblable à l'extrémité opposée de ces vaisseaux ; l'écoulement du sang de ces canaux dans le réservoir cardiaque est même

(1) Les veines peuvent être le siége de bruits anormaux, non-seulement quand une communication pathologique s'établit entre leur cavité et l'artère voisine, accident qui donne lieu à l'affection connue sous le nom de *varice anévrysmale* (a), mais aussi dans plusieurs autres circonstances. Ainsi il n'est pas rare de voir des personnes chez lesquelles les mouvements d'expiration violents sont accompagnés d'un reflux du sang veineux, qui fait sentir ses effets jusque dans la veine crurale, ainsi que dans la jugulaire interne, et qui détermine dans ces vaisseaux un frémissement cataire plus ou moins bruyant (b). Les pathologistes ne sont pas d'accord sur le siége du murmure continu qui se fait souvent entendre dans les gros vaisseaux du cou chez les individus d'une constitution lymphatique et faible ; les uns le considèrent comme dépendant du passage du sang dans les carotides (c), mais la plupart l'attribuent aux veines jugulaires (d).

(a) Thurnam, *Mémoire sur les anévrysmes variqueux* (*Archives générales de médecine*, 1841, 2ᵉ série, t. XI, p. 225).

(b) Beau, *Traité de l'auscultation*, p. 417.

(c) Hardy et Béhier, *Traité de pathologie interne*, t. I, p. 445 et suiv.

— Beau, *Op. cit.*, p. 418 et suiv.

(d) Ward, *On the* « bruit de diable » (*London Med. Gazette*, 1837, t. XX, p. 7).

— Hope, *A Treatise on the Diseases of the Heart and the Great Arteries*, 1839, p. 118.

— Arran, *Recherches sur le murmure continu vasculaire* (*Arch. gén. de méd.*, 1843, 4ᵉ série, t. II, p. 491).

— Silvestre, *On Venous Bruit* (*London Med. Gazette*, 1846, 2ᵉ série, t. III, p. 894).

— Barth et Roger, *Traité pratique d'auscultation*, p. 516.

: plutôt qu'entravé, et par conséquent la pression laté-
veloppée par la charge sous l'influence de laquelle ce
sort des capillaires doit diminuer progressivement des
vers l'embouchure de ce système de conduits, de la
manière que la poussée de l'eau diminue dans un tube
depuis sa sortie du réservoir jusqu'à son ouverture
ile (1). Effectivement, c'est de la sorte que les choses
ent dans l'organisme; mais, d'après ce que j'ai déjà
sujet de l'influence des mouvements alternatifs de dila-
et de contraction de la cavité thoracique sur le cours
g veineux, nous pouvons prévoir que cette diminution
pression supportée par ce liquide doit varier à chaque
quant à sa valeur. Les mouvements de systole et de
de l'oreillette droite doivent modifier aussi cette pres-
uisqu'ils développent tour à tour des résistances positives
itives à l'écoulement du sang des veines dans les cavités
r. Enfin la poussée latérale du sang noir est modifiée
ar le degré de réplétion des veines, par la largeur des
ue celles-ci fournissent pour son passage et par la pres-
e les parties voisines exercent sur ces vaisseaux.

ne preuve de ce que je viens d'avancer relativement à
nution progressive de la pression supportée par le sang
, depuis les capillaires jusqu'au cœur, je citerai quelques-
résultats numériques obtenus dans les expériences de
mann.

laçant des manomètres en communication avec l'artère
, la veine métatarsienne et la veine jugulaire d'un
e physiologiste vit le mercure se soutenir à la hauteur
e de 165mm,55 dans le premier de ces instruments; à
dans le second, et à 9 millimètres seulement dans le
e (2).

'ez ci-dessus, page 227 et

(2) M. Mogk avait fait précédemment plusieurs expériences compara-

Influence des mouvements du cœur sur la pression veineuse.

Lorsque nous avons cherché à nous rendre co causes qui déterminent l'entrée du sang dans l'oreill du cœur, nous avons vu que, en général, soit par l'élasticité propre des parois du ventricule corres soit par suite de la traction exercée sur cet organ poumons adjacents, le liquide contenu dans la porti nale du système veineux se trouve légèrement attiré térieur des réservoirs cardiaques pendant la durée d diastole (1) : la pression exercée alors par le san parois des grosses veines qui avoisinent le cœur nulle ou même négative; pendant la systole, au le sang, tout en continuant d'affluer dans ces mêmes ne peut plus s'en écouler, et par conséquent il do nécessairement des variations dans la pression à l liquide s'y trouve soumis, suivant que le cœur est de contraction ou de relâchement. Mais l'expérien que les oscillations produites ainsi sont très petites pouvons les négliger dans l'étude de la plupart des dont l'examen nous occupe en ce moment (2).

tives sur la pression développée par le sang dans les veines jugulaire, brachiale et crurale; les hauteurs manométriques ont varié beaucoup, mais presque toujours le maximum de pression dans la veine jugulaire n'était pas plus considérable que le minimum dans les veines des membres (*a*).

M. Volkmann a obtenu des résultats analogues en comparant entre eux les rameaux et le tronc du système jugulaire. Ainsi, chez un Cheval, la pression donnée par une des petites veines du cou était 44 millimètr donnée par la jugulaire 2 41 Chèvre, il trouva une une pour la veine faciale, (la veine jugulaire (*b*). confirmé ces résultats pa riences faites sur des C Veaux, des Chèvres et de

(1) Voyez ci-dessus pag

(2) Dans les expériences force aspirante du cœur p rich (de Dorpat), les va pression déterminées a

(*a*) Mogk, *Ueber die Stromkraft des Venösen Blutes in dem Hohladersysteme* (Z *rationnelle Medizin*, 1845, t. III, p. 51 et suiv.).
(*b*) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 173.
(*c*) Ludwig, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*, t. II, p. 126.

Influence des mouvements respiratoires sur la pression veineuse.

Quant à l'influence des mouvements thoraciques sur la pression du sang dans les veines, les faits que j'ai déjà exposés dans cette Leçon (1) sont assez significatifs pour que je ne m'y arrête pas de nouveau ; et, au sujet des effets produits par la contraction des muscles des membres ou d'autres parties du corps, j'ajouterai seulement que l'accélération du cours du sang veineux que nous avons vue résulter de ces mouvements doit nécessairement déterminer, là où la quantité de liquide se trouve augmentée, un accroissement dans la poussée de celui-ci contre les parois des vaisseaux qui le retiennent ; phénomène qu'il est d'ailleurs facile de constater expérimentalement (2).

Influence de la pesanteur.

La pesanteur de la colonne sanguine contenue dans les diverses parties du système veineux contribue aussi à faire varier la pression exercée par ce liquide sur les parois vasculaires. Pour se convaincre de la puissance de l'action exercée par cette force physique sur le sang en mouvement dans l'organisme, il suffit de tenir pendant quelque temps le bras levé verticalement, puis de le laisser pendre : dans le premier cas, c'est-à-dire lorsque le poids du liquide contribuera à hâter son cours vers le cœur, on verra la peau des mains pâlir et les veines du bras se rétrécir ou même se vider presque ; tandis que dans le second cas, lorsque le sang de la main devra remonter, malgré l'influence de la pesanteur, à une hauteur

veine jugulaire ne correspondaient qu'à quelques millimètres de mercure (a).

(1) Voyez ci-dessus, page 311 et suivantes.

(2) Ainsi, dans les expériences de M. Mogk, la colonne manométrique à l'aide de laquelle ce physiologiste mesurait la pression développée par le sang dans diverses veines s'est toujours élevée lorsque l'Animal s'agitait, et des effets semblables ont été produits artificiellement en pressant sur la cuisse avec la main (b).

(a) Weyrich, *De cordis aspiratione experimenta*, 1853.
(b) Mogk, *Op. cit.* (*Zeitschr. für rationnelle Medizin*, 1845, t. III, p. 52).

de près d'un mètre, il s'accumulera dans les mêmes vaisseaux et en déterminera le gonflement. Lorsque les veines des membres inférieurs sont douées du degré de résistance et de tonicité normal, elles résistent pendant longtemps à ce surcroît de poussée et ne se dilatent que peu; mais lorsque l'organisme est affaibli par l'âge ou par les maladies, ou bien encore lorsque la fatigue occasionnée par l'emploi continu et prolongé de cette force de réaction est devenue considérable, il n'en est plus de même, et là où leurs parois se trouvent poussées de dedans en dehors par le poids d'une colonne de sang d'une hauteur considérable et ne sont pas soutenues par les parties circonvoisines, elles se laissent distendre outre mesure. Enfin la répétition fréquente de cette dilatation amène souvent dans les points de moindre résistance, c'est-à-dire au-dessous des valvules, un gonflement permanent ou état variqueux, surtout quand le cours du sang a été gêné en même temps par une pression extérieure située au-dessus de la partie distendue (1). Les personnes qui sont atteintes de cette infirmité savent que le matin, au sortir du lit, quand les membres ont été pendant plusieurs heures dans une position horizontale, les veines de la jambe sont revenues plus ou moins complétement sur elles-mêmes, tandis que le soir, après que la station verticale a été prolongée pendant la plus grande partie de la journée, et que la jambe malade est demeurée par conséquent fort longtemps dans une position défavorable au cours du sang veineux, ces mêmes vaisseaux se trouvent dans un grand état de distension.

Influence du degré de réplétion des veines.

L'état de réplétion plus ou moins considérable des veines fait varier, ai-je dit, la pression du sang dans l'intérieur de ces vaisseaux. La preuve nous en est fournie de deux manières. Ainsi quand, au moyen de la saignée, on diminue la masse des

(1) Par exemple, la constriction exercée sur les veines sous-cutanées de la jambe par des jarretières.

circulation, on voit que cette opération est suivie
ment dans la colonne manométrique adaptée à une
onque, et lorsqu'on détermine une augmentation
u sang dans une de ces veines par suite d'obstacles
passage de ce liquide dans des parties voisines de
culatoire, on voit toujours la pression s'accroître (1).
fets contraires s'observent également lorsqu'on fait
antité de sang qui est versée dans une veine par
espondante (2).

e de la multiplicité des canaux veineux sur le cours
capillaires vers le cœur a été mise en évidence
érience de M. Poiseuille. En établissant autour de
mbres d'un Animal vivant une ligature serrée de
pêcher tout passage des liquides, excepté par l'ar-
le tronc veineux correspondant, ce physiologiste

les capillaires du sys-
ire général opposent
nce que d'ordinaire au
g des artères dans les
sion s'accroît dans les
diminue dans les se-
ulte des expériences de
ns l'asphyxie commen-
e l'action du cœur soit
faiblie), il se produit
s de ce genre, et il n'est
es attribuer aux efforts
e l'Animal fait quand
commence à s'arrêter,
festent après la cessa-
uvement volontaire (*a*).
i à ce sujet quelques
tes par Magendie dans
bliques au collége de
France. Le tube manométrique, ayant été appliqué à l'une des jugulaires d'un Chien, indiqua une pression de 5 à 7 millimètres de mercure. On lia alors la jugulaire du côté opposé, de façon à obliger la presque totalité du sang des carotides à revenir par la veine en communication avec le manomètre, et aussitôt on y constata une augmentation de pression qui varia entre 5 et 9 millimètres; puis, la ligature étant enlevée, le mercure tomba au même niveau qu'au commencement de l'expérience. On lia ensuite une des carotides, et suivant que l'on comprimait l'autre carotide, ou qu'on laissait le sang y couler librement, on vit la pression veineuse varier de 5 ou de 6 millimètres (*b*).

e Order of Succession in which the Vital Actions are Arrested in Asphyxia
nd. Surg. Journal, 1841, t. LV, p. 445).
çons sur les phénomènes physiques de la vie, t. III, p. 154 et suiv.

força la totalité du sang distribué dans la région ainsi revenir par un seul vaisseau dont le diamètre ne diff peu de celui de l'artère par laquelle le courant était dans les racines de ce conduit, et alors il vit la pressio devenir presque aussi considérable dans les veines les artères (1).

Rôle des anastomoses. § 13. — Ainsi, tout obstacle local provenant soit d pression d'une veine, soit du rétrécissement ou de l'ob pathologique de ce vaisseau, doit tendre à augmenter l latérale du sang dans les parties du système situées e en même temps qu'il tend à ralentir le cours du liqui aval qu'en amont. Mais lorsque l'obstruction, au lieu sur la presque totalité des veines de toute une région dans l'expérience précédente, n'affecte qu'une branches ou même un tronc principal, le retour du vers le cœur n'en est pas beaucoup gêné, à cause de moses fréquentes qui relient entre elles les veines col du nombre de celles-ci et de leur grande dilatabilité. de communication sont beaucoup plus directes q établies entre les diverses parties du système artériel rendent les différentes veines si complétement solidai elles, que les accidents dont je viens de parler n'ont e que peu d'importance. Elles existent non-seulement diverses veines d'un même membre, mais entre les tro cipaux des deux systèmes des veines caves, et entre les de la veine cave abdominale et celles de la veine po

(1) Cette expérience de M. Poiseuille a été souvent répétée dans les leçons publiques faites au collége de France par Magendie. En serrant ou en relâchant alternativement la ligature destinée à empêcher le retour du sang veineux par les vaisseaux collatéraux, on voyait la pressio par l'hémodynamomètre da veineux resté libre augm point d'égaler celle de la p sang dans l'artère correspo descendre à son degré norm

(a) Magendie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, 1837, t. III, p. 181.

insi, dans le cas où la veine cave abdominale vient dans le voisinage du cœur, le sang des membres

:onsidérait le système 'te de l'Homme comme :ment indépendant du ıx général et ne s'y : par son tronc termi- on sait aujourd'hui que ıns de l'appareil vascu- e communiquent entre rs points. Ainsi les in- ıuées par M. Retzius le réseau veineux très le tissu conjonctif sous- ımunique à la fois avec te et avec la veine a aussi des anastomoses ıes œsophagiennes qui ce dernier système et striques qui appartien- er, et des rapports ana- ablis dans le bassin par : des veines hémorrhoï- certains états patholo- nmunications entre les et les veines diaphrag- ennent très faciles (*c*). s détournées, en s'élar- peu, rendent possible la t sang dans les veines, e les troncs efférents du l (c'est-à-dire les veines sus-hépatiques) se trouvent oblitérés, comme cela a été observé dans un cas décrit par Baillie (*d*).

Chez le Cheval et chez quelques autres Mammifères, M. Claude Bernard a trouvé des canaux anastomotiques qui se portent directement du tronc de la veine porte à la veine cave inférieure, et qui sont dépourvus de valvules. Ces vaisseaux doivent servir à déverser le trop-plein du système veineux général dans la veine cave. D'après M. Claude Bernard, ces anastomoses directes existeraient aussi chez l'Homme, quoique moins développées (*e*) ; mais M. Bérard assure qu'elles y manquent complétement ou ne s'y rencontrent qu'à l'état rudimentaire (*f*).

Chez le fœtus, le système de la veine porte communique librement avec le système veineux général par l'intermédiaire de la veine ombilicale et du canal veineux (*g*); mais peu après la naissance cette anastomose s'oblitère. Dans quelques cas tératologiques, on a trouvé un gros vaisseau étendu entre l'une des veines iliaques et le sinus de la veine porte ou d'autres communications plus ou moins analogues (*h*).

ıtomie générale, t. I, p. 396.
n *Anastomoser imellen Port-og Huulaaresystemet* (*Tidsskrift för Läkare och* I. I, 1832).
la cirrhose, 1853.
Uncommon Appearances of Disease in Blood-vessels (*Transact. of a Soc. for the and Chir. Knowledge*, t. I, p. 127).
. Reynaud, *Des obstacles à la circulation du sang dans le tronc de la veine ıal hebdomadaire de médecine*, 1829, t. IV, p. 137).
l, *Note sur une nouvelle espèce d'anastomose vasculaire* (*Comptes rendus de ces*, 1850, t. XXX, p. 694).
trs de physiologie, t. IV, p. 56.
in Saint-Ange, *Circulation du sang considérée chez le fœtus, etc.*, fig. 1 et 2.
sertation sur la hernie crurale. Thèse, 1826, p. 29, pl. 2, fig. 3 et 4.
bservation relative à une anastomose remarquable du système veineux général ɪeineux abdominal (*Arch. gén. de méd.*, t. X. p. 381).
raité d'anatomie chirurgicale, 3ᵉ édit., t. II, p. 30.

inférieurs et des viscères peut arriver dans le tronc d cave supérieure par la veine azygos qui relie entre deux vaisseaux, et la circulation peut se continuer aus des veines du rachis et des parois de l'abdomen (1). I cours du sang se trouve de la sorte dévié de sa route il arrive souvent que dans les veines, de même qu artères, la direction du courant est intervertie dans branches du système vasculaire ; ce changement s'effe difficulté dans les veines où les valvules manquent même avoir lieu dans celles qui possèdent des soupa genre, car la dilatation excessive du vaisseau résult grande augmentation dans la poussée latérale du sang dans l'intérieur de ce conduit, amène souvent à sa sui

(1) Lorsque la veine cave inférieure est obstruée, le sang de ce vaisseau peut s'engager dans les racines de la veine azygos, et arriver, par l'intermédiaire de celle-ci, dans la veine cave supérieure. Dans l'état ordinaire, ce tronc anastomotique n'est pas d'un calibre assez grand pour livrer passage à tout ce liquide ; mais, de même que les autres veines, il est susceptible de se dilater beaucoup. Ainsi Morgagni cite un cas dans lequel la veine azygos était devenue aussi grosse que la veine cave (*a*). En général, cependant, lors de l'oblitération de la veine cave, une portion seulement du sang des parties inférieures du corps pass voie, et le reste arrive d cave supérieure par une directe : savoir, en pa veines rachidiennes et pa sous-cutanées du ventre e qui grossissent rapidemen

Les cas d'oblitération cave supérieure sont be rares ; mais lorsque cet lieu, la veine azygos peu mettre le passage du sang dans la veine cave infé effet, la valvule qui garn chure de ce vaisseau an n'empêche pas le courant de haut en bas, et à mesu

(*a*) Morgagni, *De sedibus et causis morborum*, epist. XXVI.

(*b*) Voyez Raynaud, *Oblitération des veines cave inférieure, iliaques, etc.* (*Arch de médecine*, 1831, 1re série, t. XXV, p. 406). — *Des obstacles au cours du sang cave inférieure* (*Journal hebdomadaire de médecine*, 1831, t. II, p. 381.

— Velpeau, *Traité d'anatomie chirurgicale*, 3e édition, t. II, p. 29.

— Duplay, voyez Reynaud, *Des obstacles à la circulation du sang dans le tr porte, etc.* (*Journal hebdomadaire de médecine*, 1829, t. IV, p. 160).

— Dubreuil, *Artérite et phlébite* (*Mémorial des hôpitaux du Midi*, t. II, p. 549).

— Stannius, *Ueber die krankhafte Verschliessung grösserer Venenstämme*, 183

— Gély, *Oblitération de la veine cave inférieure* (*Gazette médicale*, 1840, p. 71

— Cruveilhier, *Traité d'anatomie pathologique générale*, t. II, p. 317 et 344.

valvules qui, ne pouvant plus se rencontrer, deviennent incapables de s'opposer efficacement au reflux du liquide.

Influence de la circulation veineuse sur la pression du sang dans les artères.

Les variations de pression qui se produisent dans le neux n'influent pas seulement sur le cours du sang ortion de l'appareil circulatoire, elles réagissent aussi 'ement de ce liquide dans les artères, et font varier exercée par celui-ci sur les parois de ces derniers Ainsi, toutes les fois que, par la contraction des

du liquide détermine : de cette voie anastoalvule en question deen plus insuffisante (a). as d'oblitération de la périeure rapporté par on, les deux veines iques et l'embouchure zygos étaient devenues ; cependant la circulatinué, et le sang des ures du corps arrivait :ave par l'intermédiaire rachis et des parois du

ication collatérale des embres avec les veines ! mise en évidence par (c) et par les résultats des opérations chirurgicales, aussi bien que par les cas d'anatomie pathologique (d).

Le retour du sang veineux de la tête vers le cœur est assuré à l'aide des communications qui existent non-seulement entre les veines jugulaires externes et internes, mais aussi des anastomoses de ces vaisseaux, d'une part avec les veines vertébrales et les branches cervicales des veines sous-clavières et leurs dépendances, d'autre part avec les veines intra-rachidiennes.

Effectivement, on connaît des cas dans lesquels la ligature de la veine jugulaire a été pratiquée chez l'Homme sans qu'il soit résulté de cette opération aucun trouble notable dans la circulation du sang dans la tête (e).

sufficienz der art. pulmon. (*Prager Vierteljahrsschr.*, 1854, t. II, *Anal.*, p. 40).
n, *Observ. d'oblitération complète de l'artère brachio-céphalique et de la veine déterminée par un anévrysme de l'aorte* (*Arch. gén. de méd.*, 2ᵉ série, t. X,

Reid, *Case of Oblit. of the Vena Cava Superior at its entrance into the Heart Surg. Journ.*, 1835, t. XLIII, p. 297).
t, *Traité pratique d'anatomie médico-chirurgicale*, 1855, t. I, p. 151.
t *Instance of the Obliteration of the Vena Cava Inferior from Inflammation for the Improv. of Med. and Chir. Knowledge*, t. III, p. 70).
Treatise on the Diseases of the Arteries and Veins, p. 530.
De *l'oblitération des veines* (*Arch. gén. de méd.*, 1823, t. II, p. 188).
blitération de la veine iliaque gauche, etc. (*Journal hebdomadaire de médecine*,).
, *Anatomie pathologique générale*, t. II, p. 324.
Two Cases of the Successful Termination of Wounds that have been hitherto Medical Facts and Observ., 1800, t. VIII, p. 23 et suiv.).

muscles des membres, ou par toute autre cause analogue, une veine est comprimée, le sang qui est dans son intérieur tend, comme nous l'avons vu, à s'en échapper, et détermine d'un côté la clôture des valvules situées en amont, pendant que de l'autre il se porte avec un mouvement accéléré vers le cœur (1). Or,

(1) Cette action des muscles circonvoisins sur les veines détermine non-seulement l'accélération du cours du sang vers le cœur, ainsi que je l'ai fait voir au commencement de cette Leçon (*a*), mais aussi une augmentation notable dans la pression latérale exercée par ce liquide sur les parois des vaisseaux. Ainsi, dans une des expériences faites par Magendie, le manomètre, étant placé dans la veine jugulaire de l'Animal, indiqua une pression d'environ 7 millimètres de mercure quand l'Animal était calme, et d'environ 25 ou 30 millimètres quand il se débattait, et accusa même une pression de 45 millimètres au moment où l'application du galvanisme détermina dans ses muscles une contraction convulsive (*b*).

Les expériences faites par M. Mogk ont donné des résultats analogues (*c*), et l'influence des mouvements musculaires sur la poussée latérale du sang dans les veines ressort non moins nettement des recherches faites plus récemment sur le même sujet par M. Cl. Bernard. Ainsi, dans une expérience rapportée par ce dernier physiologiste, le cardiomètre fut appliqué au bout périphérique de la veine jugulaire d'un Cheval. L'Animal étant calme et portant la tête haute, l'instrument marqua 90, puis 80 degrés. Le nerf récurrent ayant été pincé, le Cheval fit un mouvement de la tête, et aussitôt la colonne manométrique s'éleva de 80 à 115, puis redescendit à 80 dès que l'Animal était redevenu immobile; bientôt on le vit exécuter avec les mâchoires quelques mouvements de mastication, et aussitôt la pression remonta à 130, puis redescendit de nouveau à 80 quand ces mouvements cessèrent ; enfin l'Animal, étant fatigué, laissa retomber sa tête, et à mesure que les muscles élévateurs de cette partie cessèrent de se contracter, on vit la pression veineuse descendre progressivement jusqu'à 45. Mais alors on lui pinça le nerf facial; la douleur lui fit relever brusquement la tête, et en même temps la pression veineuse remonta à 100 pour retomber à 60, à 50, à 40 et même à 35, lorsque l'Animal était redevenu calme et cessait de tenir la tête haute : il paraissait alors s'endormir ; mais il dressa brusquement le cou, et l'effort musculaire qui détermina ce mouvement fut accompagné d'une ascension de la colonne manométrique à 130 (*d*).

(*a*) Voyez ci-dessus, page 308.
(*b*) Magendie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, 1837, t. III, p. 154 et suiv.
(*c*) Mogk, *Op. cit.* (*Zeitschr. für rationnelle Medizin*, 1845, t. III).
(*d*) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, t. I, p. 285.

es effets qui favorisent le déplacement de la portion de sang eineux ainsi pressé, produisent un résultat contraire sur la porion de la colonne liquide qui est située en amont; tant que les valvules restent fermées, le sang se trouve arrêté dans la porion périphérique correspondante du système vasculaire, et ppose par conséquent un surcroît de résistance à l'écoulement u liquide contenu dans les artères dont ces veines sont la ontinuation. Chaque fois que les mouvements généraux de 'Animal viennent de la sorte en aide à la circulation veineuse, a circulation artérielle se trouve donc plus ou moins entravée, t cet effet se traduit par une augmentation de la pression que sang exerce contre les parois de cette portion centrifuge du ystème irrigatoire. Pour s'en convaincre, il suffit de placer hémodynamomètre en communication avec une artère, et d'observer les variations de hauteur de la colonne mercurielle dans a branche montante de cet instrument, lorsque l'Animal est en epos ou lorsqu'il s'agite. Tout mouvement, même léger, maniste ainsi son influence sur la poussée latérale du sang dans les rtères, et l'augmentation qui s'y remarque est due essentiellement non à l'action directe des muscles circonvoisins sur ces aisseaux, mais à la pression qu'ils exercent sur les veines corespondantes. Cela nous explique en partie au moins la cause de augmentation de pression qui s'observe dans les artères toutes s fois que l'Animal sur lequel on expérimente éprouve une sation douloureuse, car la douleur provoque des contractions usculaires, et ces contractions retardent l'écoulement du sang s capillaires dans les veines (1).

(1) A l'appui de ce que je viens de e ici, je citerai encore quelqueses des expériences faites par M. Cl. rnard. Chez un Chien le cardioètre, adapté à l'une des carotides marquait de 100 à 130 degrés, quand l'Animal était calme, et indiqua une pression de 110 à 170, quand on pinça légèrement les racines motrices d'un de ses nerfs rachidiens (a). Cette

(a) Cl. Bernard, *Leçons sur la physiologie et la pathologie du système nerveux*, t. I, p. 293.

Particularités de la circulation encéphalique.

§ 15. — Tout ce que je viens de dire relativement : du sang noir du réseau capillaire vers le cœur est app la presque totalité du système formé par les veines leurs affluents, mais ne l'est pas complétement à quelq ties de l'appareil circulatoire centripète, où les vaisse placés dans des conditions particulières.

Ainsi, dans l'intérieur de la cavité crânienne (1), canaux veineux ne sont que peu dilatables, et leur sur même que les parois plus extensibles des veinules de l'ar et du cerveau, se trouve presque entièrement sous l'influence de la pression atmosphérique, à raison de la des parois de la boîte osseuse qui les renferme. Les v

augmentation de pression ne se manifesta pas seulement au moment où le cœur se contracta, mais s'observa aussi pendant la diastole ventriculaire.

Des effets analogues sont produits quand on arrête le passage du sang dans la veine correspondante à une artère. Ainsi, dans une des expériences de M. Cl. Bernard, la pression du sang dans l'artère carotide correspondait à 170 ou 175 quand l'Animal était calme, et s'élevait à 1 on arrêtait la circulation da carotides (*a*).

(1) Le mode de circulatio dans les vaisseaux de l'en occupé d'une manière spéci tion de plusieurs physiologis lesquels je citerai plus pa ment Alexandre Monro, Ca lie, Abercrombie, Burrows mernik, M. Kiwisch, M. I M. W. Berlin (*b*).

(*a*) Cl. Bernard, *Op. cit.*, t. I, p. 283.

(*b*) Alex. Monro, *Observ. on the Nervous System*, 1783.

— Abercrombie, *Observ. on Apoplexy* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, t. XIV).

— Carson, *On the Circulation of the Blood in the Head* (*Edinburgh Med. and Su* 1824, t. XXI, p. 252).

— Kellie, *An Account of the Appearances observed in the Dissection of two or t duals presumed to have perished in the Storm of the 3d, and whose Bodies were d the Vicinity of Leith in the Morning of the 4th Nov.* 1821; *with some Reflections on t of the Brain* (*Trans. of the Medico-Chir. Soc. of Edinburgh*, 1824, t. I, p. 84 et suiv

— Abercrombie, *Conjectures in Regard to the Circulation in the Brain* (*Path Practical Researches on the Diseases of the Brain*, 1828, p. 300 et suiv.).

— Burrows, *Lumlean Lectures* (*London Medical Gazette*, 1843, 2e série, t. I suiv.).

— Hamernik, *Physiol.-Path. Unters. über des Verhältnisse des Kreislaufes in der S* (*Prager Vierteljahrsschrift*, 1848, t. VII, p. 38).

— Kiwisch, *Kritische Bemerkungen zu D. Hamernik's physiol.-pathol. Untersuch Verhältniss des Kreislaufes in der Schädelhöhle* (*Prager Vierteljahrsschrift*, 1848, t. I

— W. Berlin, *Onderzoekingen betrekkelijk den Bloedsomloop in de Hersenholte* (*N Lancet*, 1850, 2e série, t. V, p. 461).

anguins encéphaliques sont par conséquent comparables, jus-
|u'à un certain point, à un siphon, et l'on a constaté qu'ils ne se
ident pas comme le font les autres parties du système circula-
oire chez les Animaux qui périssent d'hémorrhagie (1). Plusieurs
uteurs ont été conduits même à penser qu'ils doivent contenir
oujours une quantité identique de sang, et que l'accumulation
ui s'observe souvent dans quelques-uns d'entre eux ne saurait
e produire que par suite d'une diminution correspondante du
olume de ce liquide logé dans les autres parties du système
asculaire de l'encéphale; mais les expériences physiologiques,
nsi que les observations des pathologistes, prouvaient qu'il
'en est pas ainsi, et que le degré de réplétion de ces vaisseaux
st susceptible de varier notablement. Du reste, ce fait s'explique
cilement, car, ainsi que nous le verrons dans la suite de ce
urs, il existe entre les parois inflexibles de la boîte crânienne
la surface du cerveau, ainsi que dans les cavités dont ce der-
er organe est creusé, un liquide séreux qui est susceptible
refluer en partie dans la cavité rachidienne, et qui peut
ssi augmenter ou diminuer de quantité assez rapidement. Par
nséquent, le volume total des liquides contenus dans la
vité du crâne peut demeurer constante, bien que la quantité
sang qui s'y trouve subisse des variations assez grandes,

(1) Ainsi Kellie a constaté que les isseaux de l'encéphale, au lieu de vider comme ceux des autres par- s du corps, lorsqu'un Animal meurt hémorrhagie, restent pleins de ng (*a*). Ce fait avait été déjà ob- rvé par d'autres physiologistes (*b*); ais cet expérimentateur prouva en ntre que cela dépend de ce que la surface extérieure de ces tubes est soustraite à l'influence de la pression atmosphérique : car il reconnut que le sang s'en écoule comme du reste de l'appareil circulatoire, lorsqu'on pratique une ouverture aux parois de la boîte crânienne, de façon à permettre l'accès de l'air dans cette cavité (*c*).

(*a*) Kellie, *Op. cit.* (*Trans. of the Med. Chir. Soc. of Edinburgh*, 1824, t. I, p. 107).
(*b*) Seeds, *De sanguine misso* (Dissert. inaug., Edimb., 1815).
(*c*) Kellie, *Reflect. on the Pathol. of the Brain* (*loc. cit.*, t. I, p. 125).

car l'augmentation ou la diminution du contenu des vaisseaux peut être compensée par des changements en sens contraire dans la quantité de la sérosité circonvoisine (1). La disposition anatomique des grands sinus veineux qui sont situés à la base de la cavité crânienne ne se prête que peu à des variations dans la capacité de ces réservoirs ; mais les veines nombreuses qui sillonnent la surface du cerveau sont très dilatables, et c'est principalement dans ces vaisseaux que l'hypérémie est apte à se manifester. Il est aussi à noter que dans la tête l'effet de la pesanteur, au lieu d'être défavorable à la circulation veineuse, comme dans les membres, tend en général à faciliter le retour du sang des capillaires vers le cœur. Mais lorsque l'Homme ne conserve pas la position verticale qui lui est naturelle, et que sa tête se trouve au-dessous du niveau de sa poitrine, les choses ne se passent plus de même, et ce liquide tend à s'accumuler dans les veines céphaliques. Cet effet se manifeste

(1) Monro soutenait qu'à raison de l'incompressibilité de la substance du cerveau, la quantité de sang contenue dans les vaisseaux qui se trouvent renfermés avec cet organe dans la cavité crânienne, dont les parois sont inextensibles, ne pouvait varier, et Kellie attribua à un mode de répartition anormale de ce liquide entre les veines et les artères les phénomènes de congestion qui se remarquent souvent dans diverses parties de l'encéphale (a). Plus récemment, M. Hamernik a émis une opinion analogue (b). Mais les résultats fournis par les expériences de Kellie lui-même ne sont pas favorables à ces vues, et les faits constatés par Barrows et par quelques autres physiologistes montrent qu'en réalité la quantité totale de sang renfermée dans les vaisseaux encéphaliques est susceptible de varier considérablement. Ainsi, dans une de ses expériences, Kellie fit mourir deux Lapins au moyen de l'acide cyanhydrique, et suspendit ensuite l'un de ces Animaux par les oreilles, l'autre par les pattes postérieures. Chez celui dont la tête était dans cette position déclive, on trouva, par l'autopsie, que non-seulement les grosses veines, mais tous les vaisseaux de l'encéphale, aussi bien que ceux des parties superficielles de la tête, étaient dans un état de congestion extrême ; tandis que chez l'individu qui avait été placé avec la tête en haut et les pieds en bas, les sinus

(a) Kellie, *Op. cit.* (*Trans. of the Med. Chir. Soc. of Edinb.*, 1824, t. I).
(b) Hamernik, *Op. cit.* (*Prager Vierteljahrsschr. für prakt. Heilk.*, 1848, t. VII, p. 38).

quand on est couché horizontalement, et augmente
oup si la tête est pendante. C'est en partie à cause du
issement produit de la sorte dans le cours du sang dans
veau que la position horizontale est si favorable au som-
et la congestion qui tend à se produire dans cet organe
l'Homme marche sur les mains aussi bien que sur les
suffit en général pour rendre cette position insupportable
nt longtemps. Il en serait probablement de même pour
part des quadrupèdes à sang chaud, si leur cou était
court que le nôtre et leur tête aussi lourde; mais la plu-
e ces Animaux sont conformés de manière à pouvoir tenir
haute tout en ayant le tronc horizontal, et par consé-
le cours du sang veineux dans le cerveau se trouve placé
les conditions non moins favorables que si la totalité de
orps était dans la position verticale.

de la dure-mère, de même que
s autres vaisseaux sanguins
ête, étaient presque vides et
(*a*).
u'un obstacle mécanique s'op-
libre cours du sang veineux
e vers le cœur, ainsi que cela
lans les cas de strangulation,
ve en général non-seulement
eaux sanguins de la face très
mais les veines encéphali-
rgées de ce liquide, et, dans
, on a remarqué aussi une
ion correspondante dans la
de sérosité cérébro-spinale
rencontrait dans la cavité du
).
i la congestion sanguine de
ale se produit brusquement,
ntation du volume des vais-
seaux doit être compensée par le reflux d'une quantité correspondante du liquide cérébro-spinal de la boîte crânienne dans le canal rachidien, et la déplétion proportionnelle des plexus veineux qui entourent la moelle épinière dans l'intérieur de cette gaîne osseuse. La diminution brusque de la quantité de sang dans les vaisseaux de l'encéphale doit être accompagnée d'un déplacement en sens inverse du liquide céphalo-rachidien; mais lorsque cette déplétion se produit graduellement, comme dans les cas d'anémie ou dans les cas de mort par inanition, la compensation s'établit à l'aide d'une augmentation dans la quantité totale du sérum qui baigne l'axe cérébro-spinal.

rows, *Lumlean Lectures* (*London Med. Gazette*, 1843, 2ᵉ série, t. II, p. 140).
Berlin, *Op. cit.* (*Nederlandsch Lancet*, 1850, 2ᵉ série, t. V, p. 400).

La disposition particulière des grosses veines encéphaliq
est aussi la cause d'un phénomène dont on est témoin qu
on observe le cerveau à découvert soit chez l'Homme,
chez un Chien ou tout autre Mammifère. Quand la boîte
nienne a été ouverte, on voit cet organe se soulever et se g
fler d'une manière rhythmique, et l'on reconnaît facilement
ces battements ne coïncident pas avec ceux du cœur, mais
synchroniques avec les mouvements expiratoires (1). Eff
vement ils dépendent de l'accumulation du sang dans les
veineux qui sont situés entre le cerveau et la base du c
accumulation qui à son tour résulte en partie de l'accélé
du cours du sang artériel déterminée par la pression ex
sur les vaisseaux intra-thoraciques lors de la contractio
parois de la poitrine, et en partie du ralentissement que
pression thoracique occasionne dans l'écoulement du sang
des veines du cou vers le cœur, et du reflux qui s'opère
la portion terminale de ces canaux centripètes sous l'infl

(1) Ces mouvements alternatifs d'élévation et d'abaissement du cerveau avaient été observés par plusieurs physiologistes de l'antiquité et de la renaissance, à la suite de fractures du crâne ou de l'opération du trépan ; on les attribua d'abord à des contractions de la dure-mère (*a*) ; mais Schlichting constata expérimentalement la coïncidence de ces battements avec les mouvements d'inspiration et d'expiration (*b*). C'est surtout aux recherches d'un professeur célèbre de l'école de Montpellier, Bussière de la Mure, q est redevable de la connaiss mécanisme à l'aide duquel ce mène est produit (*c*). Bussiè Mure constata que le cerveau ce mouvoir de la sorte quand le th ouvert ; et qu'en comprimai ciellement les parois de la poit en pressant sur les vaisseau thoraciques par l'insufflation mons, soit chez un Animal soit sur le cadavre, on peut dét à volonté des mouvements en ques analogues (*d*). Il vit aussi

(*a*) Baglivi, *De fibra motrice* (*Opera omnia*, p. 290 et suiv.).
(*b*) Schlichting, *De motu cerebri* (*Mém. de l'Acad. des sciences, Savants étrangers*, 1
p. 114 et suiv.).
(*c*) De la Mure, *Mémoire sur la cause des mouvements du cerveau qui paraissent dans et les Animaux trépanés* (*Mém. de l'Acad. des sciences*, 1749, p. 541).
(*d*) Idem, *ibid.*, expériences n° 4, 5, 6, etc.

cause. Dans les circonstances ordinaires, c'est-à-dire
rveau est entouré de tous côtés par les parois osseuses
ces mouvements ne peuvent pas avoir lieu ; mais
; que le thorax se contracte avec force, le sang dis-

cerveau cessent quand,
: des artères carotides,
: sang d'arriver dans la
ne (*a*) ; qu'ils cessent
re le confluent des sinus
re (ou pressoir d'Héro-
on à procurer l'écoule-
u sang versé dans ces
neux (*b*), et qu'on peut
sur le cadavre en com-
la main la veine cave (*c*).
stata directement que,
ce du resserrement des
ax, les sinus de la dure-
ent dans toute leur éten-
u'au moment de l'inspi-
servoirs se vident en
(*d*). Les conclusions qu'il
périences nombreuses et
op absolues, car il attri-
ements du cerveau uni-
reflux du sang dans les
déterminé par la pres-
e dans l'inspiration (*e*),
as compte de l'augmen-
tte même pression de-
ner dans la quantité
oyée à la tête par les
ides et vertébrales. Ces
pendant suffisaient pour
cette accélération dans
l'afflux du sang artériel dans les vaisseaux de l'encéphale était une des principales causes du phénomène. Effectivement il avait reconnu que la ligature des veines jugulaires, ligature qui empêche nécessairement tout reflux de liquide sous l'influence des mouvements expiratoires, ne fait pas cesser les battements du cerveau et tend plutôt à les augmenter (*f*).

Les expériences faites vers la même époque par Haller n'avancèrent pas beaucoup la question, et la théorie adoptée par ce physiologiste n'était pas l'expression de la vérité, car il attribuait le gonflement des vaisseaux sanguins du cerveau à la difficulté que le sang trouve à traverser les capillaires des poumons, lorsque ces organes sont contractés (*g*).

Un autre physiologiste de la même époque, Lorry, étudia à son tour ce phénomène et en donna une explication plus exacte, tout en ne faisant pas une part assez large au reflux du sang veineux constaté par Bussière de la Mure. Il fit voir que les obstacles opposés au retour du sang veineux dans les jugulaires augmente l'espèce de gonflement qui se remarque dans le cerveau au moment d'une forte expira-

e la Mure, *loc. cit.*, expér. n° 2.
).
1.
10.
. 560 et suiv.
'.
. *sur les mouvements du sang*, p. 68 et suiv.

tend de la même manière les cavités veineuses situées à de l'encéphale, et détermine une fluctuation dans le céphalo-rachidien (1).

tion, et il se rendit compte des battements de ce viscère par l'augmentation de l'afflux du sang artériel déterminé par la pression des vaisseaux intra-thoraciques au moment des efforts expiratoires, coïncidant avec le ralentissement dans le retour du sang veineux dû à la même pression (*a*).

Enfin, de nos jours, ce phénomène a été examiné de nouveau par Ravina, M. Is. Bourdon, Magendie, M. Flourens et plusieurs autres physiologistes (*b*). Magendie a montré, mieux que ne l'avaient fait ses prédécesseurs, l'influence que la pression expiratoire exerce sur le cours du sang dans les artères, et par suite sur les mouvements du cerveau (*c*). M. Flourens a constaté que les mouvements du cerveau ne consistent pas seulement dans l'élévation et l'abaissement alternatif de cet organe, mais aussi dans une sorte d'expansion et de resserrement successifs. Il a fait voir également que le sang dont l'accumulation détermine ce phénomène

vient des veines du rachis grande quantité que des jug des veines vertébrales (*d*).

Plusieurs physiologistes que la moelle épinière épr déplacements analogues au ments observés dans l'encé et dans quelques cas de sp des phénomènes analogue constatés (*f*) ; mais, dans tions ordinaires, cette porti tème nerveux paraît n'offr semblable, et il existe seul afflux de sang dans le plexu intra-rachidien, ainsi qu'u ment du liquide céphalo-r chaque fois que le thora tracte (*g*).

(1) La pression centrifu de la sorte par le sang, sous d'efforts expiratoires violen lement considérable, que substance du cerveau se tr sée à travers l'ouverture aux parois du crâne dans l du trépan, et fait hernie a

(*a*) Lorry, *Sur les mouvements du cerveau et de la dure-mère* (*Mém. de l'Acad.* *Savants étrangers*, 1760, t. III, p. 308).

(*b*) Ravina, *Specimen de motu cerebri* (*Mém. de l'Acad. de Turin*, 1811 et 1812, p. 61).

— Bourdon, *Recherches sur le mécanisme de la respiration et sur la circulat* 1820, p. 66.

— Ecker, *Physiologische Untersuchungen über die Bewegungen des Gehirns* *marks*. Stuttg., 1843.

(*c*) Magendie, *De l'influence des mouvements de la poitrine et des efforts sur l* (*Journal de physiologie*, 1821, t. I, p. 139).

(*d*) Flourens, *Recherches expérimentales sur le système nerveux*, chap. XXI : *cerveau*, p. 340 et suiv. (2e édit., 1842).

— Vieussens, *Neurographia universalis*, p. 141 (1685).

— Magendie, *Sur un mouvement de la moelle épinière isochrone à la respiration* *physiologie*, 1821, t. I, p. 200).

(*e*) Burg, voyez Ollivier, *Traité des maladies de la moelle épinière*, 1837, t. I, p.

— Portal, *Cours d'anatomie médicale*, 1804, t. IV, p. 66.

(*f*) Cruveilhier, *Anatomie descriptive*, p. 564.

(*g*) Longet, *Anatomie et physiologie du système nerveux*, t. I, p. 798 et suiv.

Circulation du sang dans la veine porte.

– Le passage du sang dans le système de la veine
ente des particularités qui sont plus importantes à
jui dépendent principalement de deux circonstances

:ette pression ont été mis
évidence par les expé-
ıvina. Ainsi ce physiolo-
perforé le crâne d'un
ı à l'orifice obtenu de la
: vertical dans lequel il
rtaine quantité d'eau, et
ne de ce liquide s'élever
alternativement, suivant
faisait des efforts d'expi-
spiration (*a*).
ıfants nouveau-nés, lors-
ı crâne ne sont pas en-
re eux, ces mouvements
ıt de la même manière
les membranes du cer-
mises à découvert ; mais
ırois de la boîte crânienne
ɔlidées et sont devenues
es choses ne se passent
ne manière, et le cerveau
ı appliqué contre la voûte
é. La preuve en est four-
xpérience de M. de Bour-
ı tube de verre, muni
vers le haut et portant
térieur un petit stylet
ajusté hermétiquement
pratiqué à la voûte du
ıimal vivant, à l'aide du
'eau fut versée ensuite
, et, à chaque mouve-
oire, on vit la colonne
:r, ainsi que le petit sty-
let dont l'extrémité inférieure posait sur la dure-mère ; mais lorsqu'on tourna le robinet de façon à opposer aux mouvements d'ascension du liquide un obstacle invincible, comme l'est celui formé par les parois osseuses du crâne, le cerveau cessa de s'élever et de s'affaisser, car le stylet, dont le déplacement n'était pas gêné par le liquide qui remplissait le tube resta immobile. Enfin cet expérimentateur a obtenu des mouvements analogues de l'encéphale en injectant de l'eau par saccades dans la veine jugulaire sur le cadavre (*b*). Plus récemment, M. Donders s'est convaincu aussi de la non-existence de ce déplacement du cerveau dans l'état normal chez les Animaux à crâne résistant, au moyen d'expériences dans lesquelles il a substitué une lame de verre à la portion d'os enlevée par le trépan (*c*). Enfin, M. Longet pense que, dans les conditions ordinaires, le liquide céphalo-rachidien ne reflue pas du crâne dans la cavité rachidienne pendant les mouvements d'expiration, et que, par conséquent, il ne peut pas y avoir gonflement et déplétion alternatifs des vaisseaux sanguins de l'encéphale, comme dans le cas où les parois du crâne, à raison de leur dilatabilité ou de leur perforation, n'opposent pas un obstacle invincible

ecimen de motu cerebri (*Mém. de l'Acad. des sciences de Turin*, 1811 et 1812,
75).
ın, *Recherches sur les mouvements du cerveau*. Thèse, Paris, 1839, n° 355.
: Bewegingen der Hersenen en de Veranderingen der Vaatvulling van de Pia
esloten onuitzetbaren Schedel regtstreeks onderzocht (*Nederlandsch Lancet*,
V, p. 588).

anatomiques : l'interposition d'un réseau capillaire vaisseaux veineux afférents et efférents du foie, et l'a valvules dans toute cette portion de l'appareil circul

Par suite de la ramification de plus en plus consi tronc de la veine porte dans la substance du foie et d capillaire de la portion terminale de ce vaisseau, le qui arrive des intestins et des autres viscères où (prend naissance doit se trouver dans des conditions à celles qui déterminent dans le système artériel la liquide contre les parois des canaux qui le renferm ment, ici, la charge sous laquelle le courant s'a beaucoup plus faible, la pression latérale développée doit être aussi beaucoup moindre. Il doit résulter mode d'organisation que le mouvement du sang dans de la veine porte serait beaucoup plus lent que dan parties de l'appareil circulatoire, si ce mouvement n que des contractions du cœur ; mais ici ces conditi rables sont en partie contre-balancées par le jeu du d

En effet, chaque fois que la voûte formée par vient à s'abaisser, le foie et les autres viscère domen ont comprimés avec plus ou moins de f pression développée de la sorte doit tendre à chass veines le sang contenu dans leur vaisseau. Les valv dans l'intérieur des grosses veines qui arrivent de inférieurs dans cette cavité s'opposent à la rétro

à la poussée du sang contenu dans les veines du plancher encéphalique (a). Cette dernière conclusion ne me paraît pas suffisamment étayée par les faits. Mais, quoi qu'il en soit à cet égard, il me paraît évident que, dans tous les cas, il doit y avoir une augmentation considérable exercée par le sang sur veines de l'encéphale, c le thorax se resserre, pression doit s'accroître sité de l'effort expiratoi

(a) Longet, *Anatomie et physiologie du système nerveux*, 1842, t. I, p. 770

ır cette voie, et par conséquent c'est seulement le ənu dans le tronc de la veine cave et dans le système e porte qui peut céder à cette compression ; chaque ; diaphragme se contracte, ce muscle communique ıng des vaisseaux hépatiques une impulsion qui con- e faire avancer vers le cœur, et lorsque ce muscle et remonte dans le thorax, le mouvement ascensionnel dans ces mêmes veines est encore sollicité par la rante que développe l'élasticité des poumons (1).

ıce presque complète de valvules dans les diverses système de la veine porte permet le mouvement du s tous les sens, et par conséquent si la pression ıar les organes circonvoisins sur les parois de ces devient moindre dans la portion inférieure de ce ue dans sa portion supérieure, non-seulement le cours ərs le cœur peut s'y trouver arrêté, mais un reflux peut es veines du foie dans les veines des intestins (2). Il

iseuille a mis en lumière ıe adjuvant de la circula- e dans le foie (a). Il est : que l'action aspirante de racique sur les vaisseaux ce viscère est favorisée əsitions anatomiques des rties du système de la Ainsi que l'a fait remar- ırd, les parois vasculaires s dans la portion intesti- rente de ce système, et ent facilement déprimer s des veines ordinaires ; nes efférentes du foie adhèrent au tissu circonvoisin, et restent béantes lorsqu'on les coupe. Il en résulte que la succion exercée sur ces dernières par la pompe thoracique ne doit pas déterminer leur aplatissement et doit produire tout son effet sur le sang contenu dans leur intérieur, tandis que les veines afférentes se prêtent à l'écoulement du liquide qui les remplit (b).

(2) M. Cl. Bernard a appelé l'attention des physiologistes sur un phénomène de ce genre qui paraît s'opérer quand on ouvre largement l'abdomen d'un Animal vivant (c).

, *Recherches sur les causes des mouvements du sang dans les veines*, p. 15
ıl hebdomadaire de médecine, 1830, t. I).
ıurs de physiologie, t. IV, p. 64.
·d. *De l'origine du sucre dans l'économie animale* (*Archives générales de méde-* série, t. XVIII, p. 309).

est même probable que dans les cas où les mouvements respiratoires deviennent très puissants, le sang oscille dans la portion efférente du système hépatique, et le cours de ce liquide vers le cœur me semble devoir être entravé aussi d'une manière temporaire lorsque la veine porte se contracte, ainsi qu'elle paraît être apte à le faire (1). Mais je ne m'arrêterai pas davantage sur ces questions dans ce moment, me proposant d'y revenir quand je traiterai des fonctions du foie.

(1) La contractilité des parois de la veine porte a été constatée sur le cadavre d'un supplicié par MM. Kölliker et Virchow (*a*) ; mais elle est très faible, et elle ne me paraît pas susceptible d'accélérer le mouvement du sang vers le cœur, comme le supposent quelques physiologistes (*b*) : car, à raison de l'absence ou de l'insuffisance des valvules dans ce système de vaisseaux, toute constriction de l'un de ceux-ci doit devenir un obstacle au passage du sang, et déterminer un reflux plutôt qu'un mouvement de progression.

(*a*) Kölliker, *Ueber einige an der Leiche eines Hingerichteten angestellte Versuche und Beobachtungen* (*Zeitschr. für wissensch. Zoologie*, 1851, t. III, p. 40).

(*b*) Voyez Colin, *Traité de physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 325.

TRENTE-HUITIÈME LEÇON.

● la petite circulation. — Pression du sang dans l'artère pulmonaire ; variations la résistance que les capillaires opposent au passage de ce liquide. — 2° Du rs du sang considéré dans l'ensemble du système vasculaire. — Durée de que révolution circulatoire ; application de cette donnée à l'évaluation de la ntité de sang existant dans l'organisme. — Influence de la gravitation sur distribution du sang. — Phénomènes cadavériques.

1. — L'étude détaillée que nous venons de faire du méca- **Circulation pulmonaire.**
ne de la grande circulation nous permettra de passer rapi-
ent sur l'histoire du cours du sang dans les vaisseaux des
mons. Nous avons vu, dans une des précédentes Leçons,
ment ce liquide, versé dans l'oreillette droite par les veines
es, passe ensuite dans le ventricule situé au-dessous et se
ve lancé dans l'artère pulmonaire par les contractions de ce
nier réservoir (1). Nous savons également que les valvules
noïdes situées à l'intérieur de ce vaisseau empêchent la
ocession du liquide pendant que le cœur est en repos, et j'ai
eu l'occasion de montrer que les parois de ce conduit ont
même structure et les mêmes propriétés que celles des tubes
système aortique. Nous pouvons donc prévoir que dans
tère pulmonaire il doit y avoir aussi une transformation plus
moins complète du mouvement intermittent dont le sang est
né en sortant du ventricule droit en un mouvement d'abord
ittent, puis uniforme ; et, effectivement, quand on observe
microscope le cours de ce liquide dans les petits vaisseaux
poumons, on voit que tout s'y passe à peu près de même
dans les capillaires de la grande circulation (2).

(1) Voyez ci-dessus page 5 et suiv.

(2) M. Butner a fait une série intéressante de recherches manométriques sur les variations de la pression

Il est évident que lors même que la capacité des deu
cules serait inégale (1), il doit y avoir similitude comp
la quantité de sang qui, à chaque systole, est lancée d
dans l'artère pulmonaire, celle qui revient au cœu
veines caves et celle que le ventricule gauche env
l'aorte, puisque le nombre des contractions est le m
les deux moitiés du cœur et que les diverses portions
circulatoire s'alimentent réciproquement. Mais la force
par le ventricule droit pour établir le courant dans les
pulmonaires est moins considérable que celle empl
mettre le sang en mouvement dans le système aortiq
la pression engendrée dans l'artère pulmonaire par l'
ainsi donnée et par la résistance que les capillaires
reil respiratoire opposent au passage du sang est au
coup moins grande que dans les artères de la circul
gatoire (3).

du sang dans les vaisseaux pulmonaires, et il a employé le kymographe de M. Ludwig, de façon à tracer la courbe des mouvements de la colonne mercurielle, ce qui lui a permis de bien observer la marche des oscillations. Pour disposer ses expériences, ce physiologiste narcotise l'Animal et fait généralement la section des nerfs pneumogastriques, puis il établit la respiration artificielle et ouvre largement le thorax du côté gauche, en évitant autant que possible les pertes de sang et en ménageant le médiastin ainsi que le poumon du côté opposé ; enfin il ajuste le bout de la petite branche de son hémodynamomètre dans l'artère pulmonaire gauche ou

dans la veine du même côt
correspondante aux variati
sion dans l'artère, moi
poussée du liquide augm
fois que le cœur se contra
oscillations produites de
très petites. On remarq
cette courbe à petites sinu
ou s'abaisse à chaque
respiratoire. Enfin, M. B
encore d'autres variation
gues périodes, qui parais
pondre à des différences d
d'énergie avec laquelle
contracte (a).

(1) Voyez tome III, pa
(2) Voyez ci-dessus, pa
(3) Dans les expérience

(a) A. Beutner, *Ueber die Strom- und Druckkraft des Blutes in der Arteria pul-
nalis* (*Zeitschrift für rationnelle Medizin*, 1853, 2e série, t. II, p. 100 et suiv.).

ıtner a déterminé expérimentalement la pression manomètre par le sang dans l'artère pulmonaire ·e carotide, chez des Animaux placés dans les :ions, et ce physiologiste a trouvé que chez le u moins 5 fois plus grande dans ce dernier vais- , le premier (1). Il en résulte que les parois des monaires peuvent être sans inconvénient beau- ıces et plus délicats que ceux des conduits irri- organisme en général. Or, nous avons déjà vu mêmes vaisseaux respiratoires les échanges entre ırricier en mouvement dans leur intérieur et les au dehors doivent être rapides et faciles. La délicatesse des tuniques interposées est évidem- dition favorable à l'accomplissement de ces phé- halation et d'absorption. Nous trouvons donc ici mple de cette harmonie physiologique dont l'or-

lu sang dans l'artère ésenté les variations

Minimum.	Terme moyen.
27,2	29,6
7,5	17,6
8,4	12,07

ı correspondent à la colonne mercurielle ıètres (*a*). e du thorax et les piratoires artificiels quer dans ces expé- nodifier l'action du ıssions observées par nt probablement pas ı qui se produisent nal; mais dans ces expériences les conditions étaient à peu près les mêmes pour les deux ventricules, et par conséquent les résultats obtenus dans l'artère pulmonaire et dans l'artère carotide sont assez comparables.

Dans une série de ces expériences faites sur cinq Chats, la pression du sang a varié généralement entre 13 et 19 dans l'artère pulmonaire, et entre 71 et 115 dans l'artère carotide; terme moyen, le rapport des pressions entre ces deux vaisseaux était comme 1 : 5,3. En représentant toujours par 1 la pression moyenne dans l'artère pulmonaire, la pression dans la carotide était de 4,2 chez le Lapin et d'environ 3 chez le Chien (*b*).

. (*Zeitschr. für rationn. Med.*, t. II, p. 100).
., p. 118.

ganisme de l'Homme et des Animaux nous a déjà offert tant de preuves.

Nous avons vu que, dans les vaisseaux de la circulation générale, les capillaires opposent des résistances considérables au cours du sang, et que, à raison de cette circonstance, il existe une différence très grande entre la pression du sang dans les artères et dans les veines. Dans la circulation pulmonaire il n'en est pas de même : les capillaires qui sillonnent les parois des cellules respiratoires, malgré leur grande ténuité, n'opposent que peu d'obstacles au mouvement du sang (1), et la poussée latérale de ce liquide contre les parois vasculaires n'est pas beaucoup plus forte dans les artères que dans les veines (2).

Influence de la respiration sur la circulation pulmonaire. § 2. — L'influence de la respiration sur le cours du sang dans les vaisseaux de la petite circulation est importante à étudier. Effectivement, un des signes cadavériques les plus remarquables de l'asphyxie est d'ordinaire un grand état de réplétion de l'artère pulmonaire et des cavités droites du cœur. Lorsque la respiration est interrompue, le système aortique se vide presque complétement avant que le ventricule gauche ait cessé de battre, et le sang s'accumule en majeure partie dans la portion du cercle vasculaire qui est destinée à contenir le sang noir. Cette cessation du mouvement circulatoire paraît être déterminée par la stase du liquide dans les capillaires des poumons ; mais la cause de cet arrêt n'est pas encore bien connue. C'est probablement le résultat non-seulement du trouble que l'asphyxie détermine dans l'action

(1) Voyez les expériences de M. Sharpey, citées ci-dessus, page 298.

(2) Dans les expériences comparatives sur la pression du sang dans l'artère et dans la veine pulmonaire faites par M. Butner, la colonne manométrique se maintint entre 10mm,4 et 10mm,6 dans ce dernier vaisseau, tandis que dans l'artère elle indiquait une poussée égale tout au plus à environ 19 millimètres (a).

(a) Butner, *Op. cit.* (*Zeitschr. für rationn. Med.*, t. III, p. 124).

e de la pompe respiratoire, mais aussi de la suspen-
phénomènes chimiques dont le poumon est le siége,
uence exercée par l'influence carbonique en excès sur
ires de la petite circulation. Dans l'état actuel de nos
nces, je ne puis cependant en trouver une explication
te, et je dois me borner à appeler l'attention sur ce
i par les expériences de divers physiologistes : que
lu sang dans les capillaires du poumon se manifeste
phyxie est produite par la respiration d'un gaz impropre
en de la vie, quoique non délétère, tout aussi bien
l'asphyxie par cessation des mouvements inspira-
constance qui ne permet pas d'attribuer le phénomène
se mécanique seulement, et qui me paraît tendre à
que l'adhérence du sang noir aux parois vasculaires
rande que celle développée entre ces mêmes parties
artériel (1). Or, s'il en était ainsi, nous comprendrions

ience de la respiration sur sang dans les vaisseaux a occupé l'attention de hysiologistes. Haller pen-z l'Homme et les autres l'asphyxie est due à l'in-e la circulation dans les t que cette interruption a flexion anguleuse des aux quand ces organes 'état de contraction (a). treprit une série d'expé-r démontrer qu'il n'en est b), et Bichat fit voir que que les poumons sont nt affaissés, ainsi que cela d le thorax est largement ng peut encore y circuler pendant un certain temps; tout en reconnaissant que dans l'asphyxie il se produit une stase dans les capillaires pulmonaires, Bichat rejette donc l'explication toute mécanique de ce phénomène adoptée par Haller, et il cherche à s'en rendre compte en supposant que la présence de sang noir non dans les ventricules, mais dans les artères coronaires, empêche le cœur de pousser ce liquide avec assez de force dans les vaisseaux pulmonaires pour le faire passer des artères dans les veines (c). Des recherches faites par Kay et par plusieurs autres physiologistes, travaux dont je rendrai compte dans une autre partie de ce cours, prouvent que le sang veineux

lementa physiologiæ, t. III, p. 243 et suiv.
, *The Connection of Life with Respiration*, 1788, p. 40 et suiv.
lecherches physiologiques sur la vie et la mort, p. 309 et suiv. (édit. de Magendie).

plus facilement que nous ne le pouvions jusqu'ici com
stase du sang dans les capillaires de la grande circulat
tribue à produire l'obstruction de ces vaisseaux dont on e

n'exerce pas une influence de ce genre sur le système musculaire (a) ; mais des expériences faites par David Williams montrent que Bichat et Goodwyn avaient raison de ne pas vouloir admettre l'hypothèse de Haller, car ce physiologiste constata que si on lie la trachée-artère pendant que les poumons sont dans l'état de distension, et qu'on ouvre aussitôt le thorax, ces organes ne s'affaissent pas, et cependant l'asphyxie est accompagnée, comme d'ordinaire, de la déplétion des veines pulmonaires et de la congestion du sang dans les artères de la petite circulation (b). Alison fit un pas de plus. Il constata que lorsqu'un Animal est placé dans de l'azote, où il continue à faire des mouvements d'inspiration et d'expiration, la congestion du sang se manifeste dans le côté droit du cœur, comme dans les autres cas d'asphyxie, et par conséquent il attribua la stase du liquide dans les capillaires des poumons à l'interruption des phénomènes de la respiration. Enfin, M. Reid est arrivé à une conclusion analogue par une série d'expériences dans lesquelles il mesura, à l'aide de l'hémodynamomètre, la pression du sang dans les diverses parties du système circulatoire pen-

dant que l'asphyxie se pro
avec interruption, soit a
tance des mouvements re
En effet, il paraît résulter
cherches que le sang
traverse pas les capillaires
lement que le fait le sang
qu'ainsi l'interruption d
mènes chimiques de la
tend à produire directemen
mouvement circulatoire da
seaux des poumons. M. l
aussi d'un fait bien connu :
sement des battements d
est souvent déterminé par
tion de l'oxygène dans les
ratoires, lorsque l'asphyxie
produit non-seulement la c
ces contractions, mais la st
dans les capillaires pulm
effet, dans ce cas, l'oxygè
pas agir directement sur le
M. Reid pense que si cet
contracte, c'est parce que
laires, sous l'influence local
respirable, ont laissé pas
devenu artériel, et que ce l
rivant de nouveau dans le
gauche, y a excité des mouv
Ce raisonnement est fort
mais il se pourrait que le
ment des mouvements car

(a) J.-P. Kay, *Physiological Experiments and Observ. on the Cessation of the Ca the Heart and Muscles of Warm-Blooded Animals* (*Edinb. Med. and Surg. Journal*, 18 p. 37 et suiv.).

(b) D. Williams, *On the Cause and the Effects of an Obstruction of the Blood i* (*Edinburgh Med. and Surg. Journ.*, 1823, t. XIX, p. 524).

(c) J. Reid, *On the Order of Succession in which the Vital Actions are arrested* (*Edinburgh Med. and Surg. Journ.*, 1841, t. LV, p. 437 et suiv.).

observe au microscope les progrès du travail inflam-
:ar, par le fait même de cette stase, le sang devient
en acide carbonique. Mais ce sont là des questions
ıffit pas de discuter, et qui ne peuvent être résolues

ion nerveuse réflexe dé-
r le contact de l'oxygène
ce respiratoire.
le fait de la persistance de
n, pendant un certain
s l'affaissement du pou-
ouve pas que le passage
ns les capillaires de cet
aussi facile quand celui-
cté que lorsqu'il est dis-
'expansion du thorax, et
e lieu de croire qu'il en
trement. Quand la cavité
'agrandit, comme cela a
l'inspiration, il est pro-
petits vaisseaux creusés
tance des poumons, aussi
cavités aérifères circon-
e tissu extensible de ces
mentent de capacité, et si
s se dilatent de la sorte,
que ces canaux étroits
passage du sang doit di-
cours de ce liquide deve-
le. Cet effet des mouve-
ratoires sur la somme
s capillaires pulmonaires
démontrer expérimen-
rce que la distension du
l'emprisonnement d'un
e d'air dans son inté-
rait influer de la même
'état de ces petits vais-
it tendre plutôt à en
calibre; mais l'accéléra-
irculation qui se mani-
les fois que les mouve-
toires se précipitent me

paraît dépendre en partie de cette cause. En effet, le sang, revenant alors plus rapidement au cœur, stimule cet organe plus promptement et provoque dans un temps donné un plus grand nombre de contractions. Il ne faut cependant pas attribuer seulement à cette circonstance la fréquence du pouls qui s'observe quand la respiration est accélérée, car l'afflux du sang veineux dans la portion intra-thoracique des veines caves doit aussi y contribuer.

Peut-être pourrait-on expliquer aussi par l'agrandissement des capillaires pulmonaires durant l'inspiration les effets utiles que M. Piorry assure avoir obtenus de l'accélération volontaire des mouvements thoraciques dans les cas où il y a stase inflammatoire des liquides dans ces petits vaisseaux. A l'aide des données fournies par la plessimétrie, ce pathologiste pense avoir pu constater que, sous l'influence de mouvements respiratoires grands et fréquents, le volume du cœur diminue momentanément d'une manière très remarquable. Ses observations, communiquées à l'Académie au moment même où cette feuille va être mise sous presse, sont trop récentes pour que j'aie pu me former une opinion quant à leur exactitude; mais si le résultat annoncé n'est pas controuvé, il en faudra conclure que la précipitation des grands mouvements respiratoires tend à la fois à désemplir les cavités du cœur

que par de nouvelles recherches expérimentales. Je ne m'y arrêterai donc pas davantage dans cet exposé de l'état actuel de la science physiologique.

État fœtal des organes de la petite circulation.

§ 3. — En étudiant anatomiquement les vaisseaux de la petite circulation, nous avons trouvé qu'à l'époque de la naissance l'artère pulmonaire, avant de se bifurquer, communique librement avec l'aorte par l'intermédiaire d'un tronc anastomotique appelé *canal artériel* (1), et que l'oreillette droite débouche dans l'oreillette gauche par un orifice nommé *trou de Botal* (2). Il en résulte qu'à ce moment, aussi bien que pendant la vie intra-utérine, la circulation ne se fait pas de la même manière que chez l'enfant plus avancé en âge et chez l'adulte. La totalité du sang qui arrive au cœur par les veines caves, et qui pénètre dans l'oreillette droite, n'est pas obligée de passer dans le ventricule correspondant et de se rendre ensuite aux poumons; une portion de ce liquide s'échappe du premier de ces réservoirs cardiaques par le trou de Botal, et se déverse directement dans l'oreillette gauche, qui le transmet à l'aorte par l'intermédiaire du ventricule du même côté ; l'autre portion du sang reçue par l'oreillette droite descend dans le ventricule adjacent, et s'engage ensuite dans l'orifice de l'artère pulmonaire; mais le courant établi ainsi dans ce vaisseau ne va qu'en partie aux poumons, et se sépare bientôt en deux branches dont l'une gagne ces organes, tandis que l'autre prend le chemin de traverse formé par le canal artériel, et arrive directement dans l'aorte sans avoir traversé

et à faciliter le passage du sang dans les capillaires du poumon (*a*).

Je dois ajouter que M. Frey a publié un travail spécial sur l'étude des circonstances qui peuvent faire varier la pression du sang dans l'artère pulmonaire, mais on n'y trouve aucun résultat expérimental nouveau, et le sujet est envisagé surtout au point de vue médical (*b*).

(1) Voyez tome III, page 603.

(2) Voyez tome III, page 505.

(*a*) Piorry, *Influence des respirations profondes et accélérées sur les maladies du cœur, du foie, des poumons, etc.* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1858, t. XLVIII, p. 689).

(*b*) H. Frey, *Von den Verschiedenen Spannungsgraden der Lungen Arterie* (*Archiv für physiologische Heilkunde*, 1846, t. V, p. 520).

les capillaires de la petite circulation, ni les cavités gauches cœur. A cette période de la vie, la circulation du sang dans vaisseaux pulmonaires est donc incomplète, et sous ce rap- t l'enfant nouveau-né, de même que le fœtus de tous les mmifères, nous rappelle ce qui existe d'une manière per- nente chez les Vertébrés pulmonés à sang froid, bien que lisposition anatomique dont dépend cette particularité phy- logique ne soit pas la même dans ces deux groupes zoolo- ues. Mais, ainsi que je l'ai déjà dit, ces communications ectes entre la base des deux cercles vasculaires ne persistent peu de temps dans la classe des Mammifères, et, en géné- , dès que les poumons entrent en fonction, le canal artériel nmence à se resserrer, et le trou de Botal tend à se fermer. rdinaire ce travail d'occlusion marche très rapidement, et bout de quelques jours la totalité du sang veineux qui arrive oreillette droite est obligé de traverser l'appareil respira- e pour parvenir au système vasculaire centrifuge. Dans autre partie de ce cours, nous reviendrons sur l'étude de irculation chez le fœtus, et ici je me bornerai à ajouter que, s quelques cas tératologiques, l'état embryonnaire dont je ns de parler persiste jusque dans l'âge adulte et détermine trouble considérable dans le travail circulatoire (1). En effet,

1) Nous avons vu ci-dessus que la istance du trou de Botal n'est pas (a) ; mais l'existence d'une petite erture dans cette partie de la cloi- inter-auriculaire ne suffit pas pour erminer des symptômes de cya- e. Ainsi M. Natalis Guillot a trouvé te communication ouverte chez sieurs vieillards qui, pendant la , n'avaient présenté aucun indice de cet état tératologique (b), et M. Brücke pense que la petite fente oblique qui subsiste souvent dans ce point ne laisse pas passer de sang dans l'oreil- lette gauche, parce que ce liquide rencontre moins de pression dans l'artère pulmonaire, à raison de la succion exercée sur ce vaisseau par le tissu élastique du poumon (c).

Il est plus rare de voir la cyanose

(a) Voyez tome III, page 505.
(b) Voyez Grisolle, *Traité de pathologie interne*, t. II, p. 355.
(c) Voyez Henle et Meissner, *Bericht über der Fortschr. der Anat. und Physiol. im 1856* (*Zeitschr. f. rationn. Med.*, 3ᵉ série, t. I, p. 431).

l'influence de la respiration ne s'exerce alors que sur u
tion du sang en mouvement dans l'économie, et c'est un r
de sang veineux et de sang artérialisé qui est distribu
système aortique dans les différentes parties de l'org
Cet état morbide est accompagné d'une coloration bleu
la peau qui, dans certaines parties, le voisinage des
de la bouche, par exemple, devient souvent tout à fait
De là le nom de *cyanose* que les médecins ont donné
maladie (1).

dépendre de la persistance du canal artériel ou d'un arrêt de développement dans la cloison interventriculaire. En général, la gêne de la respiration et les autres accidents qui dépendent de ces vices de conformation s'aggravent rapidement dans les premiers temps qui suivent la naissance, et, après quelques mois ou quelques années d'une vie languissante, le malade succombe le plus ordinairement. Quelquefois des accidents de ce genre ne sont pas congénitaux, et se déclarent à un âge plus ou moins avancé, par suite de l'établissement d'une communication pathologique entre les deux côtés du cœur. Pour plus de détails au sujet de cette affection qui n'avait pas échappé à l'att Senac et de Corvisart, on Sulter avec avantage les Meckel (*a*), de M. Gintrac, de et de plusieurs autres pathol

(1) La coloration bleuâtr lacée de la peau peut être d par d'autres causes, telles q interne de l'azotate d'argent la cyanose proprement dite nomène paraît dépendre d introduit dans la circulation par le vice de conformation ou de l'artère pulmonaire, p par la présence d'une cert portion de sang veineux dan distribué aux diverses partie par le système aortique.

(*a*) Meckel, *Beitrag zur Geschichte der Bildungsfehler des Herzens welche die rothen Blutes hindern* (*Deutsches Archiv für die Physiologie*, 1815, t. I, p. 274).
— Gintrac, *Observations et recherches sur la cyanose, ou maladie bleue*, 1824.
— Louis, *Observations suivies de considérations sur la communication des ca avec les cavités gauches du cœur* (*Archiv. gén. de méd.*, 1823, t. III, p. 325).
— Thore, *Mém. sur le vice de conformation du cœur consistant seulement en u et un ventricule* (*Archiv. gén. de méd.*, 1842, 3e série, t. XV, p. 316).
— Dupau, *Cyanose congénitale chez un enfant de huit ans* (*Gazette hebdomadaire* 1857, t. IV, p. 40).
— Valette, *Note sur un cas curieux de vice de conformation du cœur consistant e lette et un ventricule* (*Gazette médicale*, 1845, t. XIII, p. 97).
— Spitta, *Case of Cyanosis of forty Years standing dependant upon congenial Ob the pulmonary Artery* (*Med. Chir. Trans.*, t. XXXI, p. 81).
— Chevers, *A Collection of Facts Illustrative of the morbid Condition of the pulmo* (*London Med. Gaz.*, 1846, 2e série, t. III).
— Wallach, *Ein Fall vom Blausucht, bedingt durch offenbleiden der Herzkammern bei Verschliessung der Lungarterie und Fehlen des Ductus Arteriosus des Botals. Na ratur Messung* (*Arch. für physiol. Heilkunde*, 1852, t. XI, p. 111).

est digne aussi de remarque que dans les cas où une por- du réseau capillaire de la petite circulation vient à être térée ou détruite par suite du développement de tubercules s les poumons, il arrive souvent que la nature supplée en ie à ce défaut, non-seulement en agrandissant les commu- tions anastomotiques entre les ramifications des artères ıchiques et pulmonaires, mais aussi en développant de nou- ıx vaisseaux dans des membranes adventives qui se forment e la surface de ces organes et les parois de la cavité thora- ıe, disposition qui relie le réseau capillaire respiratoire aux eaux des artères intercostales, et qui ressemble un peu à ce nous avons rencontré d'une manière normale chez certains tiles (1) ; mais ce sont là des phénomènes anormaux dont s n'avons pas à nous occuper ici (2).

Ious avons étudié successivement le passage du sang dans cavités du cœur, le cours de ce liquide dans le système ique, dans les capillaires qui établissent la communication e ce système centrifuge et les veines dont se compose la tion centripète de l'appareil vasculaire général, puis son ur vers le cœur par ces veines elles-mêmes ; enfin nous ons de le suivre dans les diverses parties du système des seaux pulmonaires. Nous avons donc examiné tour à tour cun des actes particuliers dont la réunion constitue le grand nomène de la circulation, et, au premier abord, la tâche nous nous étions proposée pourrait paraître accomplie ; is, pour connaître tout ce que les physiologistes ont décou- t au sujet de cette fonction importante, il est nécessaire de

(1) Voyez tome III, page 449.

(2) Voyez les observations de M. Na- Guillot sur le développement de ces vaisseaux adventifs chez les phthisiques (*a*).

(a) N. Guillot, *Description des vaisseaux particuliers qui naissent dans les poumons tubercu- et qui deviennent au milieu de ces organes des conduits d'une circulation nouvelle* (Journal érience, 1837, t. I, p. 545).

nous y arrêter encore quelques instants, afin de la considérer dans son ensemble, et de chercher en premier lieu quelle peut être la puissance du travail irrigatoire effectué de la sorte.

Durée d'une révolution circulatoire.

§ 4. — Plusieurs physiologistes ont cherché à déterminer la durée des révolutions circulatoires effectuées par le sang dans le corps de l'Homme et de divers Animaux, c'est-à-dire le temps employé par ce liquide pour achever le parcours du circuit vasculaire. M. Hering, professeur à l'école vétérinaire de Stuttgard, a fait à ce sujet des expériences très intéressantes, et tout récemment le mode d'investigation qu'il employait a été beaucoup perfectionné par M. Vierordt, de Tubingue (1). Pour évaluer le temps que le sang met à parcourir la totalité du cercle circulatoire, M. Hering introduit dans l'une des grosses veines, la jugulaire, par exemple, une certaine quantité d'eau chargée d'un sel dont la présence est facile à constater dans le sang, et il pratique à la veine correspondante du côté opposé une petite ouverture, de façon à recueillir, à des intervalles de temps déterminés, des échantillons du sang qui passe dans ce vaisseau; puis, à l'aide d'un réactif convenablement choisi, il fait l'essai de ces échantillons et détermine le moment où le sel commence à s'y montrer. Le temps écoulé depuis l'instant où la substance étrangère a été injectée dans le torrent circulatoire jusqu'à l'instant où

(1) Les premières expériences de Hering sur ce sujet datent de 1827 (*a*); mais elles ont été continuées à diverses reprises, et ont été dernièrement le sujet d'un Mémoire très étendu (*b*). Ce physiologiste a trouvé que le prussiate de potasse est préférable aux autres sels, et il injectait dans les veines d'un Cheval environ 30 grammes d'eau chargée de 1/3 de cette substance. Les recherches de M. Vierordt datent de 1858 (*c*).

(*a*) Hering, *Versuche die Schnelligkeit des Blutlaufs und Absonderung zu bestimmen* (*Zeitschrift für Physiologie* von Treviranus, 1829, t. III, p. 85).

(*b*) Hering, *Versuche über das Verhältniss zwischen der zahl der Pulse und der Schnelligkeit des Blutes* (*Zeitschrift für Physiologie*, 1832, t. V, p. 58).

— Hering, *Versuche über einige Moments die auf die Schnelligkeit des Blutlaufs Einfluss haben* (*Arch. für physiol. Heilkunde*, 1853, t. XII, p. 112).

(c) Vierordt, *Die Ercheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes*, p. 55 et suiv.

paraît dans le sang ainsi recueilli, est celui que ce liquide mployé pour passer du point d'introduction au point sion. Or, le sang qui vient de la tête par l'une des veines res ne peut parvenir dans l'autre jugulaire qu'après avoir successivement dans les cavités droites du cœur, dans les ıux du poumon, dans les cavités gauches du cœur, dans ı longueur des artères qui se rendent de ce dernier organe e, dans les vaisseaux capillaires dépendants de ces artères ıs les branches afférentes de la veine jugulaire : il aura effectué une révolution circulatoire complète ; et si l'on que le sel introduit dans le courant veineux a été sim- nt charrié par le sang auquel on l'a mêlé et a circulé avec sse dont celui-ci est animé, sans se répandre au loin dans ide par voie de diffusion, il en faudra conclure que le observé est aussi celui pendant lequel une molécule quel- e du sang parcourt le même trajet. Or, diverses expé- s dont je rendrai compte ailleurs tendent à établir que sport des matières salines employées dans ces expériences ferait que très lentement par voie de simple diffusion, et s erreurs dues à des effets de ce genre sont si petites, peut les négliger sans inconvénient. Il en résulte que la on des résultats dépend surtout de la détermination exacte ment où le réactif commence à se montrer à l'extrémité ıte du cercle circulatoire ; et comme il s'agit ici de temps ourts, il faut pouvoir recueillir à des instants déterminés rapprochés une série d'échantillons de sang dont on fait e l'essai chimique. M. Hering se bornait à recueillir de econdes en cinq secondes le sang qui sort de la veine e à cet effet ; mais M. Vierordt a eu recours à un moyen met beaucoup plus de précision. Il reçoit le sang dans rie de petits vases disposés sur un disque qui tourne ıouvement uniforme, et espacés de façon à se présenter

succesivement sous le filet sanguin de seconde en seco des intervalles plus rapprochés encore.

Les expériences de M. Hering portèrent principale des Chevaux, et en prenant la moyenne entre le extrêmes ainsi obtenus, ce physiologiste évalue le tem révolution circulatoire de jugulaire à jugulaire, chez mal, à 30 secondes ; mais la moyenne générale fournie les résultats partiaux n'est que de 27",3. Dans les exp de M. Vierordt, ce trajet circulatoire a été parcouru mêmes Animaux, terme moyen, en 28",8 (1).

Chez le Chien, ce circuit s'achève, terme moyen, en

Chez la Chèvre, en 12",8 ;

Enfin, chez le Lapin, en 6",9 (2).

(1) Dans des expériences analogues, M. J. Blake injecta une solution de nitrate de baryte dans la veine jugulaire d'un Cheval, et examina de 5 en 5 secondes le sang fourni par un orifice pratiqué à la carotide du côté opposé. Pendant les premières 15 secondes qui suivirent l'opération, le sang artériel ne contint aucune trace de ce sel ; mais les échantillons recueillis entre la 15[e] et la 20[e], puis entre la 20[e] et la 25[e] seconde, en offraient abondamment, bien qu'à ce dernier moment le cœur eût déjà cessé de battre (a).

En répétant sur un Cheval l'expérience de M. Hering, MM. Matteucci et Pyria ont obtenu à peu près les mêmes nombres que ce physiologiste ; mais M. Matteucci pense que la diffusion de la dissolution saline dans le sang peut influer beaucoup sur la rapidité avec laquelle le réactif injecté dans la veine se montre partie éloignée du systè toire, et que par conséq peut avoir que peu de con ce mode de détermination de la révolution circulatoir

(2) Dans une expérienc un jeune Renard, M. Vier 12",69 ; mais il croit que luation est trop élevée (c).

D'après M. Hering, la d révolution circulatoire, es sorte, serait un peu moin Bœuf que chez le Cheval mann porte ces évaluation plus haut que M. Vieror paraît se baser que sur théoriques : suivant ce p la durée de la révolution serait de 120 secondes ch vaux, de 40 secondes chez de 24 secondes chez le Lap

(a) Blake, *On the Action of Poisons* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1841, t. LV

(b) Matteucci, *Leçons sur les phénomènes physiques des corps vivants*, 1847, p.

(c) Vierordt, *Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des B*

(d) Volkmann, *Hämodynamik*, p. 253.

Hering a constaté aussi que le temps nécessaire à l'achè-t du parcours circulatoire dans les diverses parties du l'un même Animal augmente avec la longueur du trajet, is d'une manière proportionnée aux distances à franchir; vitesse du courant est très grande dans les gros vais- et la majeure partie du temps employé à l'accomplis-t de la révolution complète est consacrée au passage es capillaires. M. Vierordt est arrivé au même résultat. en moyenne, le temps que le sang chargé de cyanure de potassium met à passer d'une jugulaire à l'autre est ron $\frac{1}{11}$ moins grand que celui nécessaire pour que le ', partant du même point, se retrouve dans la veine e (1).

se fondant sur cet ensemble de faits et sur quelques con-ions secondaires, M. Vierordt a été conduit à penser que ée de la révolution circulatoire chez l'Homme doit être à ès intermédiaire entre ce qu'il avait constaté chez le l et chez le Chien, et il l'estime à 23 secondes (2).

ans une série d'expériences, mps employé pour effectuer port du réactif dans ces deux du système circulatoire a été né comparativement sur le Animal, M. Vierordt a obtenu ltats suivants :

	D'une veine jugulaire à l'autre.	De la veine jugulaire à la crurale.
	Secondes.	Secondes.
. . .	18,92	21,76
. . .	17,98	20,45
. . .	14,95	16,65
. . .	13,46	13,46
oyen.	16,32	18,08

De la veine jugulaire à l'artère crurale, 8'',63 (*a*).

(2) En calculant de la sorte, ce physiologiste évalue à 21'',4 la durée du trajet d'une jugulaire à l'autre, et il fait remarquer que ce temps doit être plus long pour la circulation dans les membres inférieurs et dans le système de la veine porte; il pense que 1/5e du volume du sang n'accomplit son circuit qu'en 30 secondes, et il arrive enfin 23'',1 comme moyenne générale (*b*); mais les bases de cette estimation ne me paraissent pas assez solides pour que l'on puisse avoir beaucoup de confiance dans la précision du résultat.

erordt, *Die Erscheinungen und Gesetze der Stromgeschwindigkeiten des Blutes*, p. 118.
rordt, *Op. cit.*, p. 119.

La concordance qui se remarque dans les divers ré
obtenus par ce physiologiste, et la grande rapidité avec l
certains poisons introduits dans le torrent de la circulati
voie d'absorption agissent sur des organes déterminés (1

(1) M. James Blake, dont j'ai déjà eu l'occasion de citer les expériences relatives à l'action que diverses substances toxiques injectées dans les veines exercent soit sur le cœur, soit sur les vaisseaux capillaires des poumons, s'est appliqué à déterminer le temps qui s'écoule entre le moment de l'introduction du poison dans le torrent de la circulation et l'apparition des premiers symptômes dépendants de leur action sur l'un ou l'autre de ces organes. Les diverses substances qui détruisent l'irritabilité du cœur, lorsqu'elles arrivent dans les vaisseaux propres de ses parois (l'arsenic, l'acide oxalique et beaucoup de sels métalliques, par exemple), manifestent leur action de 6 à 14 secondes après leur injection dans la jugulaire; ce qui semble indiquer qu'en moins de 14 secondes elles ont été portées par le courant circulatoire dans les cavités droites du cœur, puisqu'elles ont parcouru les artères pulmonaires, les capillaires qui y font suite, et les veines du même nom, pour arriver au ventricule gauche, et être chassées par les contractions de cet organe dans l'aorte, d'où elles auraient passé dans les artères coronaires. L'action locale du poison sur le tissu musculaire du cœur était indiquée d'abord par la diminution de la pression
dante des contractions de ce
et mesurée à l'aide de l'hémod
mètre de M. Poiseuille. Dans
expériences du même ordre, l
a vu, au bout de 4 secondes, l
moniaque injectée dans la j
d'un Chien apparaître sous l
de vapeur dans l'air expulsé d
mons (a).

Il résulte aussi des expérie
ce médecin, que le temps écou
l'injection des poisons à ac
cale, et la manifestation de
indices de leurs effets, varie
tionnellement à la durée de la
tion circulatoire, chez les div
maux dont on fait usage, et n
pas notablement du temps
par le sang pour aller de la v
gulaire dans les capillaires de
du cœur chez ces mêmes A
Ainsi ces symptômes ont ap
bout de 4 secondes et demie
Lapins; de 6 secondes et demi
Poule; de 12 secondes chez l
et de 16 secondes chez le Ch
strychnine, par exemple, à
de 16 grains injectés dans l
laire d'un Cheval, ne détermin
symptôme d'empoisonnement
les 16 premières secondes
au bout de ce temps, des

(a) Blake, *Mém. sur les effets de diverses substances injectées dans le système ci* (*Archives générales de médecine*, 1839, 3ᵉ série, t. VI, p. 284).
— *Observations and Experiments on the Mode in which various Poisonous Agents Animal Body* (*Edinburgh Med. and Surg. Journ.*, 1840, t. LIII, p. 35).
— *On the Action of certain inorganic Compounds when introduced directly into* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1841, t. LVI, p. 104).

t penser que cette évaluation n'est pas très éloignée de la ité.

La distance parcourue par chaque molécule de sang dans ce rt espace de temps ne saurait être évaluée en moyenne à ins de 3 mètres, et en prenant cette limite inférieure pour e de nos calculs, nous trouverions donc que chez l'Homme torrent circulatoire coule à raison de $7^{m},8$ par seconde : ce correspond à 468 mètres par minute, et à 28 kilomètres r heure, vitesse que nos meilleurs Chevaux ne pourraient tenir longtemps.

§ 5. — La comparaison des temps employés pour l'accomsement d'une révolution circulatoire et la fréquence des tements du cœur jettent d'utiles lumières sur la manière dont organe fonctionne.

Rapport entre cette durée et le nombre des battements du cœur.

Par cela même que le sang envoyé du ventricule gauche s toutes les parties du corps revient à son point de dét au bout d'un temps donné, nous devons supposer que dant ce même espace de temps la totalité du sang existant s le système vasculaire de l'Animal a dû traverser ce révoir.

Durant cet intervalle, le cœur bat un certain nombre de s, et par conséquent la valeur de chaque coup de piston mé par la pompe cardiaque doit correspondre à une certaine tion de cette quantité totale ; ou, en d'autres termes, le ume de sang lancé dans l'aorte par chaque systole doit être l à cette quantité totale divisée par le nombre des con-

s spasmodiques se déclarèrent les muscles thoraciques, et à la seconde l'Animal tomba à terre s un état tétanique des plus vio-s. Chez un Lapin, la strychnine, injectée de la même manière, manifesta son action en 4 secondes et demie, et au bout de 7 secondes l'Animal était déjà dans un état de mort apparente (*a*).

(*a*) Blake, *On the Action of Poisons* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1841, t. LVI, p. 416 et s.

tractions nécessaires pour l'achèvement de la révoluti culatoire.

Si le volume expulsé ainsi du ventricule gauche à contraction de ce réservoir, volume que j'appellerai la *systolaire*, était toujours le même, la vitesse de la cir serait en raison directe de la fréquence de ces batteme quand la vitesse moyenne du sang est constante, c'est quand la durée de la révolution circulatoire ne varie valeur systolaire serait en raison inverse du nombre de ce de pompe effectués pendant que cette révolution s'acc Connaissant la valeur de la révolution circulatoire, et con le nombre des battements du cœur en un temps donné pourrons donc arriver à connaître aussi la valeur systolai tive de ces mouvements.

Les expériences de M. Hering et de M. Vierordt, emp de la sorte, tendent à établir que chez tous les Mammifè valeur systolaire moyenne est dans un rapport consta la quantité totale de sang que le cœur est chargé de en mouvement.

Ainsi, dans chacune des espèces sur lesquelles port recherches, on compte, terme moyen, de 26 à 28 ments du cœur pendant l'espace de temps employé complissement de la révolution circulatoire. Il en résul chez tous ces Animaux, quelles que soient la vitesse d rent sanguin ou la quantité de liquide en mouvemen leurs vaisseaux, la valeur systolaire ou la capacité fon nelle du ventricule gauche est égale à environ $\frac{1}{27}$ du v total du sang.

Par exemple, dans les expériences de M. Vieror nombre des battements du cœur chez les Lapins ét moyenne de 210 par minute, et la durée de la révo circulatoire était de 7",46. Par conséquent, le vent gauche chassait dans les artères, à chaque systole,

on $\frac{1}{26}$ de la quantité totale du sang dont ces Animaux sont pourvus ; car

60 : 210 :: 7,46 : 26,1.

Chez la Chèvre , le même physiologiste obtint comme expression de la durée du mouvement circulatoire 14",14, et compta par minute 110 battements du cœur ; or

60 : 110 :: 14,14 : 26.

Chez les Chiens sur lesquels M. Vierordt mesura la durée de la révolution circulatoire, celle-ci était en moyenne de 16",7, et le cœur se contractait 96 fois par minute. Le rapport entre le temps employé par le cœur pour accomplir un battement et la durée du mouvement circulatoire était donc comme 1 est à 26,7 (1).

Les expériences faites par M. Hering sur des Chevaux dans l'état normal ont donné, pour la durée de la révolution circulatoire, 31",5, et pour la fréquence du pouls, 55 par minute. Or, la réduction de ces nombres donne encore pour expression du nombre des mouvements systolaires correspondants à chacune de ces révolutions, 28,8.

Enfin, l'évaluation que j'ai rapportée il y a quelques instants comme représentant approximativement la durée d'un mouvement circulatoire chez l'Homme donne pour le nombre correspondant des systoles du cœur 27,7, si l'on suppose que le pouls bat 72 fois par minute, degré de vitesse qui en effet s'observe le plus fréquemment.

La concordance de tous ces résultats est fort remarquable, et me porte à croire que lors même qu'il y aurait quelque inexac-
-le dans la valeur réelle du temps que M. Vierordt considère
me étant nécessaire à l'accomplissement de la révolution
culatoire chez ces divers Mammifères, la loi formulée par ce

(1) Vierordt, *Op. cit.*, p. 130.

physiologiste doit être vraie, et que probablement dans toute cette classe de Vertébrés la valeur systolaire est dans un rapport constant avec la quantité de sang en circulation, ou, ce qui revient au même, avec la durée d'un mouvement circulatoire complet.

On peut exprimer aussi ce résultat, en disant que chez ces Mammifères, la durée moyenne de la révolution circulatoire dans chaque espèce est proportionnelle à la durée d'un battement du cœur dans cette même espèce, ou en raison inverse de la fréquence du pouls de l'Animal.

Influence de l'accélération des battements du cœur sur la durée de la révolution circulatoire.

§ 6. — Dans les évaluations précédentes il n'a été question que des résultats moyens fournis par la série totale d'expériences dont chaque espèce a été l'objet; mais les résultats extrêmes s'éloignent plus ou moins de cette moyenne, et il importe de savoir quelles sont les circonstances qui coïncident avec les variations les plus considérables. M. Hering et M. Vierordt se sont l'un et l'autre occupés de ces questions, et un des faits les plus intéressants qui ressortent de leurs expériences est relatif à l'inégalité des valeurs systolaires chez un même individu.

Nous avons vu que, chez les diverses espèces de Mammifères, l'effet utile produit par le jeu de la pompe cardiaque, c'est-à-dire la quantité de liquide lancée par le ventricule aortique en un temps donné, est toujours en rapport avec le nombre des battements de cet organe. Au premier abord, on pourrait donc croire qu'il doit en être de même chez les individus, et que toute accélération dans le pouls doit entraîner une augmentation dans la vitesse du torrent circulatoire. Les médecins partagent généralement cette opinion, et supposent que chez le malade dont le cœur bat 100 ou 120 fois par minute, la circulation est beaucoup plus rapide que chez l'Homme dans l'état normal, où l'on ne compte qu'environ 70 ou 75 pulsations dans le même espace de temps. Mais l'expérience vient démontrer que cela n'est pas. Quand les mouvements du cœur se précipitent, sa valeur systolaire diminue presque toujours; soit que le ventricule gauche

pas autant que dans les circonstances ordinaires, éservoir se vide moins complétement au moment ction, toujours est-il que le volume de sang lancé à chaque battement est moins grand que dans l'état

ıs savons qu'un exercice violent accélère beaucoup dans une des expériences faites par M. Hering sur le nombre des battements du cœur étant normale- ; par minute, s'est élevé à 100 par l'effet d'une ıt. Quand le cœur ne battait que 36 fois par minute, ı circulatoire s'opérait en 22″,5 et sous l'influence toles. Si l'accélération du mouvement circulatoire ıportionnelle à l'augmentation du nombre des coups onnés par la pompe cardiaque, ce mouvement se accompli en moins de 8 secondes quand le cœur it 100 fois par minute; mais l'expérience prouva s conditions la durée de la révolution circulatoire de 17″,5. La valeur de chacun de ces coups de diminuée dans le rapport de 135 à 292, et, en tri- ıe le nombre de ses contractions, le ventricule ait augmenté la vitesse du courant sanguin que (1).

tte expérience faite à ervalle sur le même ing trouva d'abord par lsations et 8 inspira- ıre jaune, injecté dans ires, se montra dans le ıutre veine au bout de es. Après la course qui nombre des pulsations des mouvements res- 28, le même résultat a 15e et la 20e seconde. Les mêmes nombres furent obtenus dans une autre expérience. Ainsi la durée de la révolution circulatoire était, en moyenne, de 17″,5 sous l'influence des battements précipités du cœur, et de 22″,5 quand ceux-ci se faisaient lentement. Dans ce dernier cas, le cœur se contractait 13 fois et demie pendant la durée de la révolution circulatoire, et, dans l'autre cas, 29,2 fois pour produire le même résultat (a).

uche über einige Moments die auf die Schnelligkeit des Blutlaufs Einfluss physiol. Heilkunde, 1853, t. XII, p. 134).

Quelquefois la diminution de la valeur fonctionnelle
tole qui accompagne l'accélération anormale des batt
cœur est même assez grande pour compenser l'effet p
cette augmentation dans le nombre des pulsations, e
la vitesse du courant circulatoire rester invariable, r
différences qui se manifestent dans la vitesse des batt
cœur; enfin, dans d'autres cas, l'accélération des mo
de cet organe coïncide avec une diminution si considé
l'étendue de ces mêmes mouvements, que le cours d
ralentit à mesure que la fréquence des pulsations aug

Comme exemple de ce dernier résultat, si cont
idées généralement admises parmi les pathologistes, je
faits constatés par M. Hering chez des Chevaux. Ai
l'ai déjà dit, la révolution circulatoire s'accomplit nor
chez ces Animaux dans l'espace de 29 secondes et p
d'environ 27 coups de la pompe cardiaque. Le cœu
au plus 55 fois par minute; mais, chez des Chevaux
maladies fébriles ou d'inflammations locales, on comp
une centaine de pulsations dans le même espace de
alors M. Hering a trouvé que la durée de la révolut
latoire pouvait être augmentée de plus de ½ et être
42 secondes (1).

(1) Chez un Cheval déjà affaibli par la maladie, M. Hering détermina une inflammation du péricarde en injectant de l'ammoniaque dans ce sac membraneux. Au commencement de l'expérience, le nombre des pulsations était entre 72 et 84, et la durée de la révolution circulatoire d'environ 25 secondes. Le lendemain, le pouls était monté à environ 90; mais la vitesse de la circulation était notablement diminuée; la durée d'une révolution étant de 35 à 4
Enfin, le troisième jour,
tait 100 fois par minute
mettait à parcourir la tot
cle vasculaire de 40 à 4
Dans plusieurs autres ex
même auteur, on voit le
circulatoire tomber au-d
vitesse normale, chez l
malades dont le cœur ba
nière précipitée (a).

(a) Hering, *Op. cit.* (*Arch. für phys. Heilk.*, 1853, t. XII, p. 132 et suiv.).

arfois aussi on remarque une grande diminution dans la ur fonctionnelle des contractions du cœur sans qu'il y ait ın changement notable dans la rapidité avec laquelle ces ıvements se succèdent, et par conséquent il se manifeste ralentissement correspondant dans la circulation du sang ; l'influence d'un même nombre de pulsations. Ainsi dans as d'anesthésie produite chez le Chien par le chloroforme, Vierordt a vu le pouls ne descendre que de 122 à 120; s la révolution circulatoire, au lieu de s'achever en moins !0 secondes, employait près de 25 secondes (1).

a digitale, dont l'action sédative sur le cœur est si puis- e, ne produit pas des effets correspondants sur la vitesse torrent circulatoire. Ainsi, dans une des expériences de Vierordt, on voit que sous l'influence de ce médicament, battements du cœur d'un Chien sont tombés de 102 à 45 minute, et le ralentissement du mouvement circulatoire été que d'environ $\frac{1}{4}$. La valeur systolaire a donc été aug- ıtée d'environ un tiers, puisque l'effet produit par 16 con- tions est devenu à peu près égal à celui qui dans l'état mal résultait d'environ 24 de ces mouvements (2).

7. — Les recherches intéressantes de M. Hering tendent ablir aussi que le mouvement circulatoire est ralenti par progrès de l'âge. Ainsi, chez des Chevaux de six à dix ans, ıhysiologiste a trouvé, pour la vitesse moyenne de ce phé- ıène, 17″,6; chez les individus de seize à dix-neuf ans, le ıps employé par le sang à faire le tour du système vascu- e lui a paru être en moyenne de 25 secondes, et chez des

Influence de l'âge.

1) Dans trois séries d'expé- ces le cours du sang se ralen- ous l'influence du chloroforme, que le nombre des battements du cœur fût augmenté ou dimi- nué (*a*).

(2) Ces expériences furent faites sur des Chiens (*b*).

Vierordt, *Die Erscheinungen und Gesetze der Sromgeschwindigkeiten des Blutes*, p. 185 192.

Vierordt, *Op. cit.*, p. 187.

vieux Chevaux de vingt à vingt-quatre ans il a reconnu q[u] révolution circulatoire ne s'achevait qu'en 29",2.

Influence des sexes.

Il paraîtrait aussi, par les expériences de ce physiologi[ste] que la circulation est un peu moins rapide chez l'étalo[n] chez la jument ou chez le Cheval hongre (1); mais les que nous possédons à ce sujet sont en trop petit nombre que l'on en puisse rien conclure touchant l'influence gén[érale] des sexes sur ce phénomène.

Influence du volume du corps.

Il existe des relations plus intimes et plus évidentes [entre] le volume du corps et la durée de la révolution circulat[oire] ainsi, dans les expériences de M. Vierordt, la rapidité [avec] laquelle le sang parcourt la totalité du circuit vascul[aire a] été en raison inverse de la grandeur des Animaux. Co[mme] exemple, je citerai les résultats suivants, obtenus chez q[uatre] Chiens :

	Longueur du corps.	Poids du corps.	Durée d'une révolution circulatoire.
	Centim.	Kil.	Secondes.
N° 1.	42	1,8	10,44
N° 2.	55	6,8	14,28
N° 3.	60	8,8	15,66
N° 4.	73	22,5	19,37

Ces chiffres n'ont pas besoin de commentaire (2); mais, [pour] bien saisir les rapports dont il est ici question, il est uti[le de] prendre en considération la quantité de liquide qui se [meut] ainsi dans l'organisme.

(1) D'après le relevé fait par M. Vierordt, on voit que la durée de la révolution circulatoire était, terme moyen, de 27",3 chez les étalons, de 25",8 chez les Chevaux hongres, et de 27",4 chez les juments (a) ; mais ces expériences sont peu nombreuses.

(2) M. Vierordt a trouvé [...] pour la durée du transport d[...] de la jugulaire jusqu'à la cr[...] 17 secondes chez un Chien d[...] de 7 kilogrammes, et 20 sec[...] chez un individu qui pesait 16 [...]grammes (b).

(a) Vierordt, *Op. cit.*, p. 167.
(b) Vierordt, *Op. cit.*, p. 168.

Volume du sang qui circule de la sorte.

§ 8. — Dans une des premières Leçons de ce cours, j'ai rendu compte de diverses recherches entreprises pour déterminer cette quantité et des difficultés qui ont rendu jusqu'ici la solution de cette question incertaine (1). M. Vierordt a cherché récemment à atteindre ce but en suivant une voie nouvelle et en profitant des résultats fournis par ses expériences sur la vitesse du courant sanguin.

Voici son point de départ et la substance du raisonnement dont il fait usage.

Quand une pompe à eau, en fonctionnant d'une manière régulière, remplit un réservoir d'une capacité donnée, il est évident que le volume de liquide lancé par cet instrument à chaque coup de piston est une certaine fraction de la quantité totale accumulée dans le réservoir. Il est également évident que pour évaluer .cette quantité totale, il suffira de connaître la contenance du corps de pompe et le nombre de coups de piston à l'aide desquels le réservoir a été rempli; puis de multiplier l'une de ces valeurs par l'autre. Supposons, par exemple, qu'à chaque coup de piston la pompe projette 1 décilitre d'eau, et que pour remplir le réservoir il ait fallu 100 de ces mouvements; la quantité totale versée dans le réservoir sera nécessairement 100 décilitres ou 10 litres.

Si l'on connaît le temps que la totalité du sang contenu dans l'appareil vasculaire d'un Animal vivant emploie pour passer dans le ventricule gauche du cœur, il suffira donc, pour évaluer cette quantité, de connaître, d'une part, le nombre de systoles ventriculaires effectuées pendant ce même espace de temps, et, d'autre part, la capacité fonctionnelle du ventricule gauche, c'est-à-dire le volume de liquide que cette espèce de pompe foulante envoie dans le système artériel chaque fois qu'elle se contracte. En effet, cette valeur systolaire, multipliée par le nombre des battements du cœur observés pendant la

(1) Voyez tome I, page 308 et suivantes.

durée de la révolution circulatoire, donnera la quantit chée (1).

M. Vierordt considère les expériences dont je viens de compte comme fournissant d'une manière suffisamment

(1) Pour exprimer ces rapports et pour effectuer les calculs qui s'y rattachent, M. Vierordt emploie le langage algébrique, et pose d'abord la formule

$$VT = x.$$

V représentant le volume de sang que le ventricule gauche lance dans l'aorte en une seconde ;

T, la durée de la révolution circulatoire qui fait passer la totalité du sang par le ventricule gauche, évaluée en secondes ;

x, le volume total du sang en circulation.

La valeur numérique de T est donnée par l'expérience.

La valeur numérique de V se tire directement de certains faits dont je parlerai bientôt, ou bien se déduit du volume du sang lancé dans l'aorte par une systole ventriculaire (volume qui est représenté par v), et du temps t, que le cœur met à exécuter ce mouvement et à se préparer à le répéter, c'est-à-dire la durée totale d'un battement comprenant la systole et la diastole.

On peut donc substituer à la formule précédente l'équation

$$\frac{vT}{t} = x.$$

Ainsi, supposons que le cœur d'un Animal lance le sang dans l'aorte à raison de 250 centimètres cubes par seconde, et que la totalité d vasculaire soit parcourue p quide en 15 secondes, on au

$$V = 250,$$
$$T = 15;$$

par conséquent,

$$VT = 250 \times 15 = 37$$

La quantité totale de sang lation sera donc de 3750 cen cubes.

Si la valeur numérique d pas donnée par l'expérienc l'on ait celle de v, le calcul guère moins simple.

Supposons que la capacité v soit 125 centimètres cubes nombre des battements soit par minute, et que la durée volution circulatoire soit, com le cas précédent, 15 seconde

La valeur de t sera de 0'',

En résolvant numériquen quation

$$x = \frac{vT}{t}$$

on aura donc

$$\frac{125 \times 15}{0,5}$$

Or

$$125 \times 15 = 1875,$$

et

$$\frac{1875}{0,5} = 3750 ;$$

donc

$$x = 3750,$$

comme dans le cas précéden

(a) Vierordt, *Op. cit.*, p. 123.

de ces données fondamentales, savoir : la durée de la ılution circulatoire ; et comme dans ces mêmes expériences noté le nombre correspondant des battements du cœur, il ui reste, pour établir l'équation de la quantité inconnue du ; existante dans l'organisme, qu'à déterminer la valeur de la ıcité systolaire.

e physiologiste cherche d'abord à obtenir ces données ıériques pour l'Homme. J'ai déjà eu l'occasion de dire qu'à on de l'extensibilité variable des parois du ventricule gauche e l'inégalité dans l'étendue des contractions de cet organe, st impossible d'obtenir, à l'aide de mesures prises sur adavre, une évaluation suffisamment approximative de apacité systolaire ; et, par conséquent, pour connaître le ıme de liquide lancé par cet organe dans l'aorte à chaque ole, on est obligé d'avoir recours à des moyens détournés. e fondant sur les expériences et les considérations que j'ai exposées, M. Vierordt admet, comme nous l'avons vu pré- ımment, que le sang coule dans les carotides avec une vitesse 261 millimètres par seconde, et, connaissant le calibre a carotide droite, il calcule que ce vaisseau doit recevoir ronc brachio-céphalique 16^{cc},4 par seconde. Il fait ensuite évaluation analogue pour l'artère sous-clavière du même , pour les vaisseaux correspondants du côté gauche, r l'aorte descendante et pour les artères coronaires, c'est- re pour toutes les voies par lesquelles le sang lancé dans rte ascendante par le jeu du ventricule gauche du cœur peut ouler. Enfin, faisant ensuite la somme de ces différentes ntités, il arrive à ce résultat que, pendant l'espace d'une onde, ce tronc artériel fournit, et par conséquent reçoit du ıtricule gauche 207 centimètres cubes de sang (1).

1) M. Volkmann fut le premier à ıloyer ce mode d'évaluation. En se fondant sur la vitesse du sang dans la carotide, vitesse déduite des expé-

Admettant donc que le cœur fournit à l'aorte 207 ce cubes de sang par seconde, et que dans l'espace de totalité du sang en circulation passe dans cet organe, il ces quantités l'une par l'autre, et obtient comme éval volume total cherché environ 5000 centimètres cubes Ce calcul, la quantité de sang contenue dans la totalit tème vasculaire de l'Homme serait à peu près d grammes; et si l'on compare ce poids à celui du corps, en moyenne à environ 63 kilogrammes, on trouve qu représente environ $\frac{1}{12}$ de ce dernier poids.

Enfin, si l'on prend pour nombre moyen des battе cœur en une minute 72, on trouve que, d'après le

riences faites avec son hémodromomètre, et sur le calibre de ce vaisseau, il en calcule le débit; puis, supposant la vitesse la même dans les troncs voisins et déterminant les calibres respectifs de ceux-ci, il établit les différentes valeurs partielles dont la somme représente la quantité de sang lancée dans l'aorte par le ventricule gauche du cœur en un temps donné. D'après ces calculs, il estime la capacité systolaire chez l'Homme à 188 grammes, quantité qui ne dépasse que très peu celle adoptée par M. Vierordt (a).

Voici, du reste, les diverses estimations partielles faites par ce dernier physiologiste. Ainsi que je l'ai dit ci-dessus, M. Vierordt obtient la valeur du courant sanguin dans la carotide droite en calculant sur une vitesse de 261 millimètres par seconde, et en admettant que l'aire de ce vaisseau est de 63 millimètres carrés; ce qui donne pour débit 16cc,4 pa Pour la sous-clavière, il même vitesse et une aire limètres, nombres qui don le volume qui passe en un 25cc,8. La quantité de san par l'aorte au tronc brachi lique, dont ces deux art des branches, se trouve do à 42cc,2 par seconde, M. se trouve ensuite conduit à qu'en aval de l'origine du chio-céphalique, la vitesse d est plus grande d'un quart l'était dans la carotide, et son calcul d'après la grande de ce vaisseau, il trouve q doit débiter 171 centimèt par seconde. L'aorte, ava donné naissance au tronc céphalique, doit donc livre à 42 + 171 centimètres 213 centimètres cubes (b) le calibre des artères coro

(a) Volkmann, *Die Hämodynamik*, p. 251 et suiv.

(b) Le texte porte 203 centimètres cubes, mais c'est évidemment une faute d'impressio lire 213.

valeur systolaire ou quantité de liquide lancé du ventri-he, à chaque contraction de cet organe, serait de imètres cubes ou 180 grammes de sang.

s ces divers calculs, la capacité systolaire chez l'Homme ndrait à $\frac{1}{353}$ du poids du corps.

Évaluation de la capacité fonctionnelle du ventricule ne paraît un peu trop élevée (1), et il y aurait aussi

ces vaisseaux doivent en même temps 4 centi-es ; et par conséquent la ale qui passe dans l'aorte serait de 217 centimètres econde.

mpare les chiffres donnés consignés dans le livre de t, on remarquera qu'ils tous les mêmes (*a*). Cela ne faute d'impression qui sser dans l'ouvrage de ce te, et qui a affecté la suite uls. En effet, au lieu de 17 centimètres cubes la ale de sang lancé dans le rtique par seconde, il ne 'à 207 centimètres cubes, oyant ensuite ce nombre ultiplication qui donne le sang qui traverse le cœur durée complète d'une ré-culatoire, il trouve 4782 5012 centimètres cubes. différence n'a pas d'impor-une approximation aussi use que l'est celle dont il stion. J'ajouterai qu'afin apparence de précision dans une évaluation qui n'est pas susceptible d'une grande exactitude, j'ai négligé les fractions dans l'énoncé du poids du volume de sang ainsi évalué.

Le calibre des diverses artères dont il est ici question a été évalué d'après les mesures données par Krauss.

(1) Dans une des premières Leçons de ce cours nous avons vu que, d'après les recherches de M. Bischoff et de quelques autres physiologistes, la quantité totale de sang contenue dans l'organisme de l'Homme avait été évaluée à environ $\frac{1}{12}$ ou $\frac{1}{13}$ du poids du corps (*b*) ; mais, depuis la publication du commencement de cet ouvrage, M. Bischoff a fait à ce sujet une nouvelle expérience d'après laquelle cette proportion ne serait que d'environ $\frac{1}{14}$ du poids du corps. Il a trouvé 4858 grammes de sang chez un supplicié dont le corps pesait 68 010 grammes (*c*). La méthode d'évaluation de la quantité totale du sang était, à peu de chose près, celle de M. Welcher, dont l'exactitude a été constatée par M. Bischoff, et ressort aussi des recherches récentes de M. Heidenheim (*d*).

Die Erscheinungen and Gesetze der Stromgeschwendigkeiten des Blutes, p. 104.
ne I, page 313.
Abermalige Bestimmung der Blutmenge bei einem Hingerichteten (*Zeitschr. für* *che Zoologie*, 1857, t. IX, p. 65).
m, *Disquis. crit. et experim. de sanguinis quantitate in Mammal. corpore exstante*,

des objections à faire aux conclusions que M. V de ses expériences touchant la durée du temps pe une quantité de sang équivalente à la totalité de c circulation passerait dans le cœur (1). Mais je ne pas sur ces difficultés, car, dans des investiga genre, le physiologiste a moins besoin de résultats de données comparatives, et, dans la plupart des tence d'une erreur constante affectant tous les te série d'observations, n'en diminue pas beaucoup l' en faisant des réserves au sujet de cette estimation du sang, je crois donc pouvoir employer les r M. Vierordt dans l'examen de plusieurs questio

(1) Le temps employé par une molécule de sang pour revenir à son point de départ dans le système circulatoire correspondrait au temps dans lequel la totalité du sang contenu dans ce système traverse le ventricule gauche du cœur, si le liquide s'avançait avec la même vitesse dans le voisinage des parois des vaisseaux que dans l'axe du courant, et si ce courant ne trouvait qu'une seule voie pour aller des artères dans les veines. Mais nous savons que les choses ne se passent pas ainsi dans l'organisme. D'une part, la rapidité du courant est beaucoup plus considérable au centre des petits vaisseaux que dans les couches périphériques du liquide (a) ; d'autre part, il existe entre les petites artères et les petites veines beaucoup de branches anastomotiques directes par lesquelles le sang peut aller de la portion centrifuge dans la portion centripète du système circulatoire, sans passer par la route si longue du réseau capillaire ordinaire. Il en résulte qu'une portion considérable du sang peu sur le courant central et s de la masse des liquides qui traversent les branc tiques dont il vient d' L'évaluation du volume fondée sur l'hypothèse M. Vierordt peut don beaucoup au-dessous d lors même que ce physic attribué une valeur trop à la capacité systolair probable que la différe durée de la révolution calculée d'après les par rapides du courant ou temps moyen employé courants partiaux pour parcours du circuit vas être à peu près la même vers Mammifères dont il tion, et que par conséqu tats déduits de l'hypothès rordt n'en sont pas mo rables entre eux, si on l comme de simples appro

(a) Voyez ci-dessus, page 269 et suivantes.

antes, pour la solution desquelles ce physiologiste distingué es invoque.

§ 9. — Ainsi, en admettant comme expression de la durée l'une révolution circulatoire complète les résultats fournis par es expériences sur le temps employé par des substances mêlées au sang pour parcourir un cercle vasculaire complet, et en évaluant par voie d'analogie la capacité systolaire chez les divers Mammifères qu'il a employés dans ses recherches, M. Vierordt arrive à des conclusions importantes relatives à l'influence de la taille sur l'activité de l'irrigation physiologique. Je regrette qu'il n'ait pas déterminé expérimentalement, ou tout au moins par des calculs semblables à ceux dont il a fait usage dans l'estimation du débit de la pompe aortique chez l'Homme, le volume de sang que le ventricule gauche lance dans le système artériel à chaque systole, chez les animaux appartenant à ces différentes espèces, et qu'il s'appuie seulement sur une hypothèse dont les conséquences sont, il est vrai, corroborées par les résultats de plusieurs expériences.

Rapport entre le poids du corps et la quantité du sang chez les divers Mammifères.

Quoi qu'il en soit, M. Vierordt pose en principe qu'il existe chez les divers Mammifères une proportionnalité entre le poids du corps et la capacité fonctionnelle du ventricule aortique du cœur, et il admet que chez tous ces Animaux le poids du sang lancé dans les artères par chaque coup de piston de cette espèce de pompe foulante doit être, comme chez l'Homme, à peu près $\frac{1}{353}$ du poids total du corps.

En calculant, d'après ces bases, la quantité de sang en circulation chez les divers Mammifères où il a pu déterminer expérimentalement la durée de la révolution circulatoire, M. Vierordt arrive d'abord à ce résultat remarquable, que chez tous la quantité moyenne de sang contenue dans la totalité du système vasculaire est une fraction à peu près constante du poids de l'organisme, savoir, environ $\frac{1}{353}$.

Ainsi, chez les Chiens employés dans les recherches de ce physiologiste, le poids du corps était, terme moyen, de 9^{kil},2.

Cela supposerait que la valeur fonctionnelle de chaque systole du ventricule gauche est

$$\frac{9200^{gr}}{352} = 26^{gr},1.$$

Or, la durée de la circulation serait, d'après les expériences de M. Vierordt, toutes corrections faites, de 16",7.

Le cœur battait, terme moyen, 96 fois par minute, et par conséquent en 16",7 il y avait 26,7 systoles.

La quantité totale de sang en circulation serait donc

$$26^{gr},1 \times 26,7 = 697 \text{ grammes.}$$

Or,

$$697 : 9200 :: 1 : 13,2.$$

Le même calcul, appliqué aux expériences faites par M. Vierordt sur des Lapins, donne, terme moyen, pour le poids du sang, 181 grammes, le poids du corps étant $1^{kil.}$,37; et par conséquent ici, de même que chez l'Homme et chez le Chien, le poids du sang constituerait environ $\frac{1}{13}$ du poids de l'organisme.

Chez une Chèvre, M. Vierordt a trouvé encore la même proportion entre le poids présumé du sang et le poids effectif du corps.

Enfin, ce physiologiste, en appliquant sa formule aux résultats des expériences faites par M. Hering sur des Chevaux dont le pouls était à peu près dans l'état normal, mais dont le poids n'a pas été déterminé et ne peut être évalué que très approximativement, a trouvé encore, à peu de chose près, la même proportion.

La concordance remarquable de ces résultats (1) porte

(1) Je dois ajouter que, dans une expérience faite sur un jeune Renard, la proportion du sang, calculée de la même manière, aurait été plus consi-

Vierordt à penser que chez tous les Mammifères il existe, · un même poids de tissus vivants, à peu de chose près, un ıe poids de sang en circulation.

ette conclusion cadre assez bien avec les déterminations s précédemment par M. Valentin, à l'aide de moyens d'in-igations très différents (1), et ne paraît pas devoir s'éloigner ıcoup de la vérité. Je suis porté à croire cependant que les ations d'espèce à espèce sont plus considérables que ne le ɔose M. Vierordt; car chez les Animaux dont la chair mus-ire est très pâle, comme le Lapin, il me semble difficile de re que la proportion du sang soit aussi grande que chez le f ou chez l'Homme, dont les muscles sont fortement colorés l'abondance des globules hématiques dans les vaisseaux llaires de ces organes.

uoi qu'il en soit, ces recherches jettent de nouvelles lu-es sur les rapports qui doivent exister entre l'activité de gation physiologique et les variations du volume de l'orga-ıe chez les divers Mammifères, dont le sang serait, propor-ıellement à leur poids, également abondant.

ffectivement, en se fondant sur les résultats exposés ci-us, M. Vierordt trouve que chez les diverses espèces rtenant à cette classe zoologique, la durée moyenne de la lution circulatoire est approximativement en raison inverse a quantité de sang qui pendant un même espace de temps e à travers un même poids de tissus vivants. Puis, prenant ɔonsidération les différences que l'expérience révèle dans urée de cette révolution chez les divers Animaux soumis n examen, il calcule que dans l'espace d'une minute la

ıle et se serait élevée à $\frac{1}{7}$ du poids ɔrps; mais M. Vierordt pense que étermination de la durée de la révolution circulatoire n'était pas exacte (*a*).

(1) Voyez tome I, page 310.

Vierordt, *Op. cit.*, p. 126.

quantité de sang reçue par 1 kilogramme de parties v
est de :

592	grammes chez	le Lapin;
311	—	la Chèvre;
272	—	le Chien;
207	—	l'Homme;
152	—	le Cheval.

Ainsi la rapidité du transit circulatoire augmente à que la taille diminue; résultat qui s'accorde parfaiteme les variations que nous avons déjà rencontrées dans l d'activité relative du travail respiratoire chez les petits M fères comparés aux grands (1).

Mode de répartition du sang dans l'organisme.

§ 10. — Des recherches analogues à celles dont je v rendre compte peuvent nous éclairer relativement à la tité de sang qui traverse certains organes. Ainsi M. Séquard, adoptant la valeur systolaire admise par M. Vol et évaluant de la sorte à environ 12 440 kilogrammes l du sang qui chez l'Homme sort du ventricule gauche e quatre heures, a calculé qu'il doit arriver plus de 10(grammes de ce liquide par jour dans les vaisseaux du qu'une quantité presque aussi considérable doit trave même temps les vaisseaux de l'appareil urinaire (2).

(1) Voyez tome II, page 514.

(2) Pour arriver à ces estimations, M. Brown-Séquard admet, comme je viens de le dire, qu'en vingt-quatre heures il passe dans le système aortique, en aval de l'origine des artères cardiaques, 12 300 kilogrammes de sang, et que la quantité qui s'engage dans les artères dont dépend le système de la veine porte est une certaine fraction de cette quantité, proportionnelle à la différence qui existe entre l'aire de l'entrée de l'aorte et la somme des aires desdites branches artérielle en représentant par 28 milli diamètre de l'aorte à son (obtient le carré de ce nombr comme expression de l'aire qui débite en vingt-quatr 12 440 kilogrammes de san évaluant à 5 millimètres le du tronc cœliaque, à 4^{mm},9 mètre de l'artère mésentériq rieure, et à 4^{mm},60 le dia l'artère mésentérique inféri trouve pour l'aire de ces tr seaux ces mêmes nombres é

11. — Mais la puissance du travail irrigatoire dans les ɪrses parties de l'économie n'est pas réglée seulement par ébit de la pompe cardiaque et le calibre relatif des différes branches du système artériel ; elle est subordonnée aussi 'autres circonstances, parmi lesquelles je citerai en prere ligne l'influence inégale de la gravitation sur le cours de iquide dans les vaisseaux centrifuges, qui, en se rendant aux anes, s'élèvent plus ou moins verticalement ou bien descent vers le sol. Il est facile de comprendre que le travail utile ctué par cet agent moteur central doit être plus grand dans branches de cet appareil hydraulique, où le poids du liquide d à en accélérer le mouvement, que là où le courant doit ncre les effets dus à la pesanteur. Si les artères et les veines naient un système de tubes à parois rigides, ils constitueınt des siphons, et le poids de la colonne dans l'une des nches de ce système ferait équilibre au poids de la colonne respondante dans l'autre branche, quelle que fût la direction tube coudé; mais ici il n'en est pas de même : les parois vaisseaux sanguins, surtout celles des veines, sont très ensibles et faciles à déprimer ; par conséquent, les mouve- Influence de la gravitation.

é, c'est-à-dire 25 millim., $24^{mm},6$ $l^{mm},9$.

ı somme de ces aires est donc

$$71^{mm},5.$$

conséquent,

$$12300 : x :: 784 : 71,5 ;$$

$$x = \frac{12300 \times 71,5}{784} = 1121.$$

our l'artère rénale gauche, ce physiologiste adopte le diamètre de $5^{mm},4$ (dont le carré $= 29^{mm},76$), et, pour celle du côté droit, le diamètre de $5^{mm},54$; par conséquent, pour l'aire, $30^{mm},69$. Faisant ensuite un calcul de proportion comme dans le cas précédent, il trouve que si l'aorte débite en vingt-quatre heures 12 300 kilogrammes de sang, l'artère rénale gauche doit livrer passage à 457 kilogrammes, et l'artère rénale droite à 481 kilogrammes ; ce qui donne un total de 938 kilogrammes (*a*).

l) Brown-Séquard, *Sur des faits qui semblent montrer que plusieurs kilogrammes de fibrine rment et se transforment chaque jour dans le corps de l'Homme* (*Journal de physiologie*, , t. I, p. 305).

ments du courant ne sont pas solidaires dans les de de chaque portion de l'appareil circulatoire, et le s s'amasser dans les parties déclives en même temps porte qu'en moindre abondance dans les parties élev quand l'Homme est dans la position verticale, la sang qui arrive à la tête est, toutes choses égales moins grande que lorsqu'il est dans une position h et c'est pour cette raison qu'il est si utile de couch sonnes qui, sous l'influence d'une hémorrhagie, t syncope par suite d'un défaut d'activité dans la encéphalique.

§ 12. — Les variations dans la pression que suppo face extérieure du corps n'ont que peu d'influence sur tion, lorsqu'elles se produisent à la fois sur toutes les l'organisme (1) ; mais lorsque l'équilibre est rompu, taines parties se trouvent soustraites à l'action du l'atmosphère ou sont soumises à une pression insolit de distribution du sang dans l'intérieur de l'économi difié. Là où la pression est diminuée, les liquides plus grande quantité que d'ordinaire ; et là où les a pressées de dehors en dedans, le sang ne coule pas av

(1) M. Poiseuille a fait, à ce sujet, une série d'expériences au moyen d'un petit appareil qu'il nomme *porte-objet pneumatique*, et qu'il a disposé de façon à pouvoir observer au microscope la circulation chez des Animaux renfermés dans un espace où il fait le vide, ou dans lequel il comprime de l'air. En expérimentant de la sorte sur des petits Mammifères nouveau-nés, aussi bien que sur des Batraciens, il a reconnu pression de 5 ou 6 atmos vide presque complet, n d'une manière appréciabl ment du sang dans les va Quant à l'influence du de sion extérieure sur la fr battements du cœur che je renverrai à ce qui en a la trente-deuxième Leçon

(a) Poiseuille, *Recherches sur les causes du mouvement du sang dans les capilla* art. 4, p. 65 et suiv. (extr. des *Mém. de l'Acad. des sciences, Sav. étrang.*, t. VII).
(b) Voyez ci-dessus, page 78.

ccoutumée. Ainsi en plaçant la jambe d'un Homme dans machines pneumatiques que les médecins connaissent nom de *ventouses Junod*, on peut attirer une si grande de sang dans les vaisseaux de ce membre, que la circu- ce liquide dans la tête s'en trouve notablement affai- roduise sur l'encéphale les effets qui d'ordinaire sont équences d'une saignée abondante, bien que dans ce uantité totale du sang contenu dans l'organisme n'ait é (1).

Phénomènes cadavériques.

— C'est principalement l'influence de la pesanteur qui ne l'accumulation du sang dans les parties déclives du nez le cadavre ; mais, après la mort, on remarque une rité singulière qui a fait naître chez les premiers gistes de l'antiquité des opinions fort erronées touchant ions des artères (2). Le sang, au lieu d'occuper toutes es de l'appareil circulatoire, s'accumule alors dans les et les artères se vident plus ou moins complétement. ses hypothèses ont été proposées pour expliquer ce ène ; mais pour s'en rendre compte, il suffit de se rap- e les artères sont douées d'une puissance de contraction bien plus grande que les veines, et qu'en vertu de cette é, elles tendent à se resserrer, au point d'expulser tout qui se trouve dans leur intérieur. Tant que le cœur, en

effets analogues se mani- une petite échelle dans n d'une ventouse sèche or- il arrive souvent que la suc- ite de la sorte détermine la s parois de quelques petits sous-cutanés et l'épanche- e certaine quantité de sang sus circonvoisins. Magendie a vu l'application de la grande *ventouse Junod* produire des résultats fort remarquables, et il était d'avis que, dans certains cas de congestion où la saignée présenterait des inconvénients, la médecine pourrait obtenir de bons effets du déplacement des liquides effectué de la sorte (a).

(2) Voyez tome III, page 11.

ie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, 1837, t. III, p. 231.

se contractant, lance du sang dans leur intérieur, les cette contraction lente sont contre-balancés et le restent remplies ; mais lorsque le ventricule gauche envoyer de nouvelles charges de liquide, rien ne s'o retrait de leurs tuniques, et peu à peu tout le sang vaisseaux renferment est poussé dans les capillaires, dans les veines, comme dans les expériences où l'on rompu le passage dans un de ces vaisseaux centrifuge d'une ligature, pour constater la manière dont il se aval du point oblitéré. Or, nous avons vu aussi que c tractilité tonique persiste assez longtemps après que l cessé de battre, et par conséquent son action peut suf déterminer la vacuité des artères dans le cadavre; ca gulation du sang, qui, après la mort, ne tarde pas à s' dans les capillaires, empêche ce liquide de refluer d dans ces vaisseaux, lorsqu'ils ont été vidés de la sorte

(1) Les physiologistes ont beaucoup disserté sur la cause de la vacuité des artères dans le cadavre. Harvey attribua cet état à une obstruction des vaisseaux des poumons au moment de la mort (*a*) ; mais il est évident que la cessation de l'arrivée du sang dans les cavités gauches du cœur ne suffirait pas pour chasser des artères dans les veines le liquide contenu dans le système aortique.

Carson a cherché à expliquer ce fait par l'action aspirante que les poumons, à raison de l'élasticité de leur tissu, développent dans la cavité thoracique; succion qui, en effet, doit tendre à produire une accumulation de sang dans les oreillett et dans les grosses veines dans cette même cavité ainsi que le fait remarque son M. Robert Hunter, le nomène s'observe chez de où aucune force aspirante d ne peut se développer : les O Reptiles et les Poissons, pa et d'ailleurs la contractilité parois artérielles suffit po complétement le sang de seaux dans les veines, et n déjà que cette contractili serve très longtemps après J'ajouterai qu'une des e faites par M. R. Hunter, p

(*a*) Harvey, *Exercitatio altera ad J. Riolanum* (*Opera omnia*, p. 115).

(*b*) Carson, *On the Cause of the Vacuity of the Arteries after Death* (*Medico-Transactions*, 1821, t. XI, p. 165).

(*c*) Voyez ci-dessus, page 195.

- Il est aussi quelques autres phénomènes qui dépen-
ode de circulation du sang : par exemple, la turges-
l'accumulation de ce liquide peut déterminer dans
;anes dont le tissu est dit *érectile*. Je pourrais donc
ici ; mais, afin de ne pas prolonger davantage l'his-

on thoracique intervient
action de cet état de va-
ique, prouve qu'elle n'est
e à l'accomplissement de
e. Ce physiologiste, ayant
alablement que dans le
rax a été largement ou-
osses artères liées à leur
ortion périphérique du
iel ne se vide pas com-
épéta cette expérience en
s poumons distendus par
flé dans leur intérieur et
le d'une ligature placée
e, et il vit alors qu'après
ment du cadavre, les ar-
complétement vides. Or,
périence, comme dans la
toute cause d'aspiration
ait détruite, et l'on ne
r la vacuité des artères
action vitale de leurs pa-
ion qui, un certain temps
, cesse d'agir et permet
astiques de ces vaisseaux
leur position normale.
es de M. R. Hunter ne dé-
comme celui-ci le pense,
tion thoracique inter-
la production du phéno-
tion, mais elles prouvent
e plus ou moins complet du sang des artères dans les veines du cadavre est subordonné à la capacité des cavités fournies par ces dernières. En effet, lorsque M. R. Hunter embrassait dans une même ligature l'embouchure des veines caves et l'origine de l'artère aorte, celle-ci se vidait plus imparfaitement que dans le cas où, toutes choses étant égales d'ailleurs, le sang de la veine cave pouvait avancer jusque dans le cœur, et la vacuité du système artériel devenait tout à fait complète lorsque les poumons étant distendus, au lieu d'être affaissés comme dans les cas précédents, le sang veineux pouvait s'amasser dans les vaisseaux de ces organes aussi bien que dans les autres parties du système veineux (*a*).

M. Holland a remarqué que, dans les cas de mort subite par submersion ou par strangulation, les artères se vident moins complétement que dans les circonstances ordinaires, et il a été conduit de la sorte à attribuer la vacuité de ces vaisseaux à l'affaiblissement graduel du filet sanguin lancé dans leur intérieur par le cœur, à mesure que la puissance contractile de cet organe diminue (*b*) ; mais cette diminution aurait seulement pour effet d'arrêter l'écoulement

nter, *On the Muscularity of Arteries* (*Edinburgh Medical and Surgical Journal*,
. 205 et suiv.).
i, à ce sujet, Fennel, *Experiments and Reflexions on the Cause of the Vacuity of*
r Death (*Philosophical Magazine*, 1822, n° 9).
he Properties and Influence of Arteries on the Circulation of the Blood (*Edinb.*
Journ., 1841, t. LV, p. 17).

toire de la fonction qui vient de nous occuper si lon
je préfère renvoyer ce sujet à une autre partie du cour
ici ces considérations sur l'irrigation physiologique c
sous le double rapport de ses instruments et de son mé

du sang des artères dans les veines, si ces vaisseaux ne se resserraient pas.

Tout dernièrement, M. Thudicum a cherché à renverser la théorie de la vacuité des artères qui aujourd'hui est généralement adoptée et qui a été exposée ci-dessus. Il argue principalement de ce fait que, dans quelques parties du corps, les artères sont logées dans des canaux osseux et y adhèrent de façon à ne pouvoir se contracter, et que dans quelques cas pathologiques les tuniques de ces vaisseaux sont rendues rigides par le développement du tissu osseux dans leur épaisseur, mais que cependant les portions du système ainsi disposées se vident comme les autres; enfin, cet auteur croit trouver une explication plus satisfaisante du phénomène, en attribuant aux capillaires aspirante qu'il appelle *for sion* (a). Si les capilla vides, on pourrait certain ser qu'ils attireraient dan rieur une portion du liqu dans les artères, mais i remplis de sang, et par l'attraction capillaire ne se en jeu. Quant à l'écoulem dans les parties du systè dont les parois sont rigid rait facile de s'en rendre moment que les portions ce même système se sont reste, il faut se rappeler qu des artères n'est pas com lement on dit que ces vai vides parce que la quanti qui peut y être retenue est insignifiante.

(a) Voyez Canstatt's *Jahresbericht über die Fortschritte der gesammten Medici* p. 89.

TRENTE-NEUVIÈME LEÇON.

LA TRANSSUDATION. — Perméabilité des parois vasculaires. — Épanchements éreux. — Transpiration insensible, ou évaporation. — Nécessité d'un travail de ésorption.

§ 1. — Lorsqu'on isole par la dissection les vaisseaux sanins de l'Homme ou de tout autre Animal supérieur, ou lors'on observe au microscope le phénomène de la circulation ns une partie transparente de l'organisme, et que l'on voit sang couler comme un torrent dans l'intérieur d'un système tubes dont les parois sont résistantes et n'offrent sur cun point ni fentes ni pores visibles à nos yeux, on est turellement porté à croire que ce liquide doit être sûrent emprisonné dans ces vaisseaux, et que rien ne saurait n échapper. Cependant, dès que les anatomistes ont commcé à faire usage des injections pour l'étude du système sculaire, ils ont vu que ces conduits irrigatoires ne sont pas perméables, et laissent facilement filtrer en dehors l'eau dont les remplit. Pour peu que la pression sous laquelle ce uide avance soit un peu forte, celui-ci se répand rapidement ns les parties circonvoisines, et ne tarde pas à les distendre, façon à produire un gonflement considérable. L'eau épanse de la sorte finit même par sourdre au dehors à travers peau et les autres membranes; cependant il ne s'est fait cune déchirure dans les parois des vaisseaux sanguins ni ns les tissus circonvoisins : si l'on examine au microscope parties ainsi distendues, on n'aperçoit ni lacunes ni canaux i les traverseraient de part en part, et tout semble indiquer e c'est par imbibition seulement que l'extravasation s'est ectuée. Hales, dont j'ai si souvent à citer les recherches

Preuves de la perméabilité des parois vasculaires dans le cadavre.

ingénieuses, a découvert ce singulier phénomène, et dernières années, Lacauchie, l'un de nos chirurgiens les plus distingués, a utilisé ces effets remarquables vestigation de diverses questions d'anatomie (1); surtout au point de vue physiologique que les ex d'*hydrotomie* nous intéressent en ce moment, car montrent clairement que dans le cadavre de l'Homi Animaux qui se rapprochent le plus de nous par leur les vaisseaux sanguins, tout en formant un système en réalité perméables, et laissent facilement échapper tion des liquides qui les distendent.

D'autres faits du même ordre prouvent que ce n'e l'eau seulement qui est susceptible de filtrer de la soi

(1) De Graaf, Gaspard Bartholin, et quelques autres anatomistes du XVII[e] siècle, firent usage d'eau pour l'injection des vaisseaux sanguins (*a*); mais bientôt on abandonna ce moyen d'investigation, parce qu'à la moindre incision faite au vaisseau, ce liquide s'en écoule, et aussi parce que les épanchements qui se produisent dans le tissu conjonctif circonvoisin gênent pour la dissection (*b*). Mais, en 1844, Lacauchie appela de nouveau l'attention sur l'emploi des injections aqueuses, et fit voir qu'en les pratiquant sous une pression suffisante, on peut, à raison même de l'infiltration qui se produit, déterminer l'écartement des lamelles et des fibres constitutives de la plupart des organes, et faciliter ainsi beaucoup l'étude anatomique de ces parties. Il a désigné sous le nom d'*hydrotomie* cette sorte d par l'eau, et il a montré q arriver ce liquide dans une la pression d'une colonn d'environ 3 mètres de ha termine promptement un énorme dans toutes les pa auxquelles ce vaisseau s L'eau s'infiltre dans les tissu conjonctif (ou cellu masse dans toutes les ca rieures, et bientôt s'écoule par la surface des muq même de la peau, sans qu'il part rupture des membran

En citant ici avec éloges l de Lacauchie sur l'hydroto dire cependant que presq phénomènes observés par miste avaient été vus et pa décrits, il y a un siècle, pa

(*a*) Voyez ci-dessus, tome III, p. 40.

(*b*) Marjolin, *Manuel d'anatomie*, 1812, t. I, p. 286.

(*c*) Lacauchie, *Études hydrotomiques et micrographiques*, in-8, Paris, 1844; et *I drotomie, ou des injections d'eau continues dans les recherches anatomiques*, in-8, P (Cet anatomiste est mort peu de semaines après la publication de ce dernier livre.)

parois des vaisseaux sanguins. Ainsi les anatomistes ›uvent l'occasion de voir que chez le cadavre le sérum s'extravase peu à peu et s'accumule dans les parties léclives du corps.

querai également comme preuve de la perméabilité ques vasculaires les phénomènes que l'on observe lorsqu'on cherche à distendre les petites artères en y une solution de gélatine colorée par du vermillon en mpalpable : le vermillon reste dans l'intérieur des isseaux, mais souvent la solution gélatineuse s'en et se répand dans les parties d'alentour (1).

Hales. Voici le passage l cet auteur en parle. voir indiqué la manière érait l'injection sous une une colonne d'eau d'envi-s de haut et avoir décrit les qui amènent promptement e l'Animal, Hales ajoute : continue de verser l'eau ns l'artère pendant une , tout le corps du Chien plus en plus, et il devient e, ascite et anasarque; les livaires, de même que les enflent beaucoup ; une hu-ıeuse coule du museau et outes les vessies adipeuses s du tissu conjonctif) sont t enflées d'eau, ainsi que s et leur enveloppe grais-lques-uns en étaient deve-. Tout cela était produit e de l'eau égale à peu près sang dans son état naturel. Il est probable que ce n'était pas la rupture des vaisseaux qui donnait lieu à cette inondation générale ; mais l'eau pouvait passer aisément à travers des pores et des conduits sécrétoires assez subtils pour que le sang, dans le cours ordinaire de la circulation, ne puisse s'y introduire, mais qui donnent cependant passage à des liquides atténués et délayés dans une proportion convenable (*a*). »

On trouve aussi, dans un travail de M. J. Davy, relatif à la force de résistance des parois vasculaires, des observations sur la transsudation de l'eau qui se trouve poussée dans l'appareil circulatoire sous une charge considérable (*b*).

(1) Pour plus de détails à ce sujet, je renverrai aux observations de l'un des anatomistes les plus habiles dans l'art des injections, P. Mascagni, dont les travaux datent du milieu du siècle dernier (*c*).

Hémostatique, p. 94.
, *Notice of a Fatal Case of Rupture of the Heart and Aorta ; with an Account of some on the Power of Resistance of the Heart and great Vessels* (*Researches Physiological ical*, 1839, t. I, p. 411 et suiv.).
ni, *Vasorum lymphaticorum historia*, t. I, p. 18 et suiv., et *Prodrome d'un ouvrage ne des vaisseaux lymphatiques*, Sienne, 1784, p. 8 et suiv.

Enfin je citerai une expérience dont j'ai souvent rendu témoins les étudiants de la Faculté des sciences. Si l'on prend un vaisseau sanguin d'une certaine longueur, dont toutes les branches latérales ont été liées avec soin, et si, après l'avoir courbé en forme d'anse, on le plonge dans un bain d'eau chargée de la teinture bleue du tournesol et qu'on y fasse passer un courant d'eau acidulée, on voit bientôt virer au rouge la partie du bain qui entoure le tuyau organique ainsi disposé, changement qui indique que la filtration d'une certaine quantité d'acide à travers les parois de celui-ci s'est effectuée (1).

Il est donc bien évident que sur le cadavre, au moins, les parois vasculaires n'opposent pas au passage des liquides une barrière infranchissable, et laissent échapper dans les parties voisines de l'organisme une portion de leur contenu.

Mais tout en admettant ces résultats, que personne ne révoque en doute, on peut être partagé d'opinion au sujet de leur signification ; et effectivement beaucoup de physiologistes les ont considérés comme dépendants seulement de l'état cadavérique et ne pouvant être appliqués à l'explication de ce qui se passe dans l'organisme vivant (2). Les expérimentateurs ont constaté

(1) J'ai représenté, dans un de mes ouvrages élémentaires, le petit appareil dont je me sers pour cette expérience, qui est très facile à faire et qui est très démonstrative (*a*).

Je citerai aussi, à cette occasion, quelques expériences de M. J. Davy, dans lesquelles une solution de prussiate de potasse ayant été injectée dans les veines de plusieurs cadavres, on trouva, quelques heures après, des traces de ce sel dans la sérosité contenue dans le péricarde (*b*).

(2) Ainsi Cruikshank, tout en citant beaucoup de faits qui démontrent la perméabilité des parois vasculaires sur le cadavre, a cherché à établir que, dans l'organisme vivant, rien de semblable n'existe, et que ni ces tissus, ni aucune autre partie du corps, ne sont perméables dans l'état physiologique (*c*).

(*a*) Milne Edwards, *Éléments de zoologie*, 1834, t. I, p. 40, fig. 14.
— Voyez aussi Matteucci, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, 1847, p. 78, fig.
(*b*) J. Davy, *On the Age of Morbid Adhesions and of the Fluid found in the Pericardium after Death* (*Researches Physiological and Anatomical*, t. II, p. 243 et suiv.).
(*c*) Cruikshank, *Anatomie des vaisseaux absorbants du corps humain*, trad. par Petit-Radel, 1787, p. 25 et suiv.

ant un grand nombre de faits qui me paraissent établir anière la plus claire l'existence de phénomènes analogues t la vie, et prouver que les liquides en circulation dans mie animale ne sont qu'incomplétement emprisonnés système vasculaire, et peuvent s'en échapper en partie, répandre dans les interstices des tissus circonvoisins.

Preuves de cette perméabilité chez les Animaux vivants.

i, dans une de ses expériences sur la transsudation phy- ue, Fodéra isola avec soin l'artère carotide dans une longueur sur un Chien vivant, et plaça aux deux bouts aisseau des ligatures, puis introduisit de la noix vomique cavité. Le tube artériel ainsi disposé était simplement act avec les parties voisines où la circulation s'opérait d'ordinaire, et cependant le poison renfermé dans son r ne tarda pas à manifester son action sur le système de l'Animal : la noix vomique avait donc été absorbée, être absorbée, cette substance devait être sortie préala- t de la carotide où on l'avait logée; par conséquent aussi seau à l'état vivant s'était laissé traverser par le liquide dans sa cavité, à peu près comme il l'aurait laissé filtrer rs si l'expérience avait été pratiquée sur le cadavre (1).

is cette expérience, Fodéra soin de détruire toutes les s qui existaient entre la e la carotide sur laquelle il les parties voisines, de façon nmunication avec le reste de ie ne pouvait s'établir ni par aux lymphatiques, ni par les *rum*, ni même par des fila- tissu conjonctif : il y avait nt contact entre la surface i vaisseau et les tissus vivants (a).

ive dans l'opuscule de cet auteur plusieurs autres expériences qui tendent également à prouver que les parois des vaisseaux sanguins sont perméables aux liquides (a). Mais comme la plupart de ces recherches ont été faites en vue de l'explication du phénomène de l'absorption, je me réserve d'en parler dans une autre partie de ce cours.

Je citerai également ici le passage suivant tiré des écrits de Mascagni : « En faisant des expériences sur les Animaux vivants, dit cet anatomiste, j'ai vu un suintement des matières les

a, *Recherches expérimentales sur l'absorption et l'exhalation*. In-8, Paris, 1824.

Magendie a constaté aussi qu'en injectant une quantité considérable d'eau dans les veines d'un Animal vivant, on peut faire sourdre ce liquide à la surface du péritoine, et produire dans la cavité abdominale une sorte d'hydropisie artificielle (1).

Je pourrais multiplier beaucoup les faits qui mettent en évidence la perméabilité des parois vasculaires dans l'état physiologique; mais je crois inutile de m'arrêter davantage sur ce sujet, car les preuves de la possibilité du passage des liquides de l'intérieur du système circulatoire dans les parties circonvoisines de l'organisme, pendant la vie aussi bien qu'après la mort, se présenteront en foule à mesure que nous avancerons dans l'étude des phénomènes de l'irrigation nutritive. Mais ce que j'en ai dit ne suffit pas pour fixer nos idées touchant le mécanisme de cette transsudation.

Nature de ce phénomène. Guillaume Hunter, Mascagni et quelques autres physiologistes du siècle dernier avaient été conduits à considérer ce phénomène comme étant dû seulement à la porosité des tissus dont les tuniques vasculaires sont formées, et comme devant être assimilé à ce qui se passe dans un filtre ou tout autre corps

plus subtiles du sang par les porosités des tuniques des artères et des veines. J'ai vu aussi un suintement par les porosités des tuniques des vaisseaux lymphatiques. J'ai noué dans le cou d'une Anesse, dans le même temps au-dessous et au-dessus, la jugulaire interne, l'artère carotide et un gros vaisseau lymphatique. Tous ces vaisseaux au commencement étaient remplis, ils suintaient de leur surface, et peu à peu ils se sont tous flétris, et la matière qu'ils contenaient a beaucoup diminué; ce qui prouve que des porosités des tuniques de ces vaisseaux il suinte une quantité considérable d'humeurs. J'ai répliqué (*sic*) cette expérience dans d'autres Animaux avec le même succès (*a*). »

(1) Après avoir injecté assez d'eau pour doubler ou tripler le volume naturel du sang, Magendie a vu la sérosité s'écouler rapidement de la surface des membranes séreuses, et, dans certains organes, tels que le foie et la rate, entraîner quelquefois avec elle une portion de la matière colorante du sang (*b*).

(*a*) Mascagni, *Prodrome d'un ouvrage sur le système des vaisseaux lymphatiques*. Sienne, 1784, p. 9, note.

(*b*) Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*, 1825, t. II, p. 447.

nique qui se laisse traverser par les fluides (1) : mais cette tion si simple fut vivement repoussée par la plupart des s de cette époque, ainsi que par presque tous ceux du ncement du siècle actuel (2) ; et, en effet, elle ne repocore que sur des bases insuffisantes. Bichat, par exemple, t qu'on ne pouvait se rendre bien compte de la transsudes liquides de l'appareil circulatoire qu'en admettant nce d'un nombre presque infini de petits conduits pars qui naîtraient des vaisseaux capillaires sanguins, et qui cheraient au dehors, soit dans des cavités closes de l'orne, soit à la surface libre des membranes tégumentaires; uppose organisés d'une manière spéciale, doués de provitales remarquables, et constituant un vaste ensemble il donna le nom de *système exhalant* (3). Pour Bichat,

s auteurs allèrent même beaus loin, et attribuèrent à des nalogues les phénomènes chiles sécrétions, hypothèse qui ait soutenir l'épreuve de la n, et qui est depuis longtemps ement abandonnée (*a*).
si Cruikshank attribuait la sorliquides à l'existence d'artères es qui, en se terminant à la ibre des membranes, y constit des bouches ou pores dilata-Hewson professait une opinion (*c*), et cette manière de voir fut ent développée par Lupi (*d*). doctrine de Bichat ne différait de celle de Cruikshank. Il it que les vaisseaux exhalants dont il admettait l'existence, parce que le raisonnement l'avait conduit à les croire nécessaires, étaient doués d'une espèce de tact particulier qu'il appela *sensibilité organique*, en vertu de laquelle ces conduits auraient choisi dans le sang les matières qui devaient les traverser, et il crut pouvoir expliquer de la sorte la nature variée des excrétions dans les divers organes. Bichat pensait aussi qu'une partie des vaisseaux exhalants fournis par les capillaires sanguins débouchait au dehors, tandis que d'autres s'ouvraient dans les aréoles du tissu cellulaire, et que d'autres encore pénétraient dans la substance des organes et servaient à en opérer la nutrition (*e*).

cagni, *Vasorum lymphaticorum historia et iconographia*, p. 6 et suiv.
Hunter, *Medical Commentaries*, chap. v, *Of Absorption by Veins*, p. 40.
ikshank, *Anatomie des vaisseaux absorbants*, p. 18.
son, *Descript. of the Lymphatic System*, chap. VIII (*Works*, p. 160).
upi, *Nova per poros inorganicos secretionum theoria, vasorumque lymphaticorum hiscagni iterum vulgata atque parte altera aucta in qua vasorum minorum vindicatio mum per poros inorganicos refutatio continetur*. Rome, 1793, 2 vol. in-8.
at, *Anatomie générale*, t. I, p. 73 et suiv. (édit. de 1818).

cette expulsion des liquides hors du cercle circulatoire était un travail essentiellement vital ; pour Mascagni et G. Hunter, c'était un phénomène purement physique.

La question resta longtemps indécise ; mais il me paraît bien démontré aujourd'hui que Bichat était dans l'erreur (1). L'influence de la vie modifie, il est vrai, la marche de la transsudation ; mais tout tend à montrer que celle-ci est un phénomène essentiellement physique ; qu'elle est une conséquence de la perméabilité des tissus organiques ; que cette perméabilité dépend non de l'existence de vaisseaux particuliers, mais des lacunes interstitielles qui se trouvent dans l'intérieur de ces solides comme dans tous les corps bruts d'une structure lâche, et qui communiquent plus ou moins librement entre elles de façon à former un système de cavités irrégulières d'une petitesse extrême ; enfin que les mouvements des fluides opérés de la sorte sont soumis à toutes les lois qui régissent les mouvements analogues dans les corps inorganiques.

En effet, malgré les grands perfectionnements apportés depuis quelques années dans la construction des microscopes, personne n'a pu distinguer la moindre trace des orifices exhalants qui, dans cette hypothèse, seraient situés à la surface des membranes où la transsudation s'effectue, et qui constitueraient l'embouchure des vaisseaux invisibles fournis par les canaux sanguins.

Dans l'état actuel de la science, on ne peut même apporter aucune raison plausible à l'appui de l'opinion de Bichat ; et d'ailleurs, pour expliquer ce qui se passe, il suffit de tenir compte des propriétés physiques bien connues des tissus

(1) Magendie a combattu avec persévérance les doctrines de Bichat sur le système exhalant, et il a beaucoup contribué à introduire dans nos écoles des idées saines touchant la porosité des tissus vivants et les phénomènes physiques d'imbibition dont ceux-ci sont le siége (a).

(a) Magendie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, t. I, p. 18 et suiv.

iiques, et de ne pas perdre de vue les modifications que savons par expérience pouvoir être déterminées dans ces es propriétés par l'action nerveuse et les autres influences s. Laissons donc de côté les hypothèses inutiles dont lès cins sont parfois trop enclins à se préoccuper, et cher-s comment les forces physiques et la puissance vitale con-ɪnt à régler cette portion importante du travail nutritif, en nsidérant comme une simple conséquence de la perméa- des tissus organisés.

2. — Les vaisseaux sanguins, comme je l'ai déjà dit, sont Système de lacunes interorganiques du tissu conjonctif. ırés par une substance à structure caverneuse que les ns anatomistes appelaient du *tissu cellulaire*, parce qu'elle eusée d'une multitude de cavités irrégulières, mais que l'on ne plus généralement aujourd'hui sous le nom de *tissu nctif*, parce qu'elle sert à unir entre elles toutes les parties ɔrganisme, et parce qu'il est devenu necessaire de la distin- des tissus utriculaires dont les éléments constitutifs sont ellules proprement dites (1). Nous étudierons ailleurs la ture et le mode de développement de cette substance con-ve; mais il nous est nécessaire de savoir aujourd'hui le consiste en faisceaux de fibrilles incolores très molles une grande finesse, qui affectent en général la forme de s ou de lamelles entrelacées dans divers sens, de façon à ituer une masse aréolaire plus ou moins épaisse dont les és, incomplétement séparées entre elles, communiquent s ensemble, et se laissent facilement distendre ou aplatir à n de l'extensibilité et de la mollesse de leurs parois. Ce tissu ılé occupe les vides que les organes laissent entre eux; il est

Le nom très bien choisi de conjonctif (*tela cunjunctiva*) a oposé, il y a vingt-cinq ans, par ler, et a été adopté par tous les nistes de l'Allemagne, ainsi que par beaucoup d'auteurs français et anglais. Jadis on désignait cette substance, tantôt sous le nom de *tissu cellulaire*, tantôt sous celui de *tissu muqueux*.

partout en continuité avec lui-même, mais il se mo
sa consistance et sa texture, de façon à constituer dans
parties des gaînes membraniformes d'une grande
ailleurs des tuniques assez denses, et ailleurs en
couches épaisses et spongieuses, tantôt d'apparence
gélatineuse, tantôt élastiques et assez résistantes. E
aréoles ou espaces qui se trouvent entre les mailles
par ses fibrilles et ses lamelles constitutives sont, d
ordinaire, d'une petitesse extrême, et renferment
faible quantité d'un liquide aqueux appelé *sérosité*.

Pour se convaincre de l'existence de ces lacunes i
niques dans toutes les parties du corps d'un Mammif
conque, entre les muscles et autour des vaisseaux,
que sous la peau, où le tissu conjonctif forme une co
puissante, il suffit de répéter comme expérience l'o
laquelle on a recours dans l'industrie pour donner à
de boucherie des formes rebondies (1). Si l'on
une canule sous la peau d'un Animal vivant ou fr
tué, et si l'on pousse ainsi de l'air dans le tissu
sous-cutané, on verra bientôt toutes ses parties s
et si, après avoir maintenu cet état de choses jusqu'
roideur cadavérique se soit manifestée, on ouvr
ainsi tuméfié, on trouvera que l'air s'est répand
partout, et se trouve logé dans un vaste système

(1) Bergen, qui fut le premier à faire bien connaître la manière dont ce tissu aréolaire est répandu dans toutes les parties de l'organisme, parle de cette pratique comme étant employée aussi par les mendiants de son époque pour simuler des difformités, et exciter la commisération des

C'est en insufflant ain du tissu conjonctif qu'Alb tra la structure cellulai substance jusque dans le Voyez aussi, à ce sujet, vations rapportées par H

(*a*) Bergen, *Programma de membrana cellulosa*, 1732 (Haller, *Disput. anatom.* p. 85).
(*b*) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 12 et suiv.

s de grandeur variable, séparées incomplétement par des lames ou des brides qui affectent toutes is, et qui s'enchevêtrent de manière que les lacunes ent d'être question ne se correspondent jamais ent dans une certaine longueur, et ne laisseraient apparent si l'on venait à les aplatir. Mais les si distendues sont nécessairement très déformées (1), faire une idée plus vraie de leur disposition ordi-st préférable d'y pousser un peu d'eau que l'on suite par la congélation. On obtient alors une mul-etits glaçons irréguliers, dont le volume est très correspond aux dimensions des cellules où ils se its (2).

ériences hydrotomiques dont j'ai parlé au commen-

ussi à noter que les la-rides du tissu conjonctif ucoup plus denses et plus ins l'état naturel. Sur le nt si molles et si exten-uelques anatomistes ont e substance comme étant gélatineuse sans struc-evant sa texture lamel-es altérations cadavéri-

plus de détails sur la me du tissu conjonctif, aux traités récents sur t notamment à l'ouvrage er (b). Mais dans ces livres on a négligé un peu trop la description de l'ensemble de ce tissu et de sa disposition dans l'économie; sujets pour lesquels il est préférable d'avoir recours à des publications moins modernes, telles que le manuel de P.-A. Béclard (c). Plus anciennement, on confondait souvent, mais bien à tort, le tissu adipeux avec le tissu aréolaire qui le renferme (d); distinction qui, du reste, avait été depuis longtemps établie par W. Hunter (e). Haller fut le premier à donner une description générale et détaillée du tissu cellulaire ou conjonctif (f).

:herches sur le tissu muqueux ou l'organe cellulaire, 1767.
tela quam dicunt cellulosam observationes (*Nova Acta Acad. Petrop.*, 1790,

léments d'histologie humaine, p. 75 et suiv.
éments d'anatomie générale, ou description de tous les genres d'organes qui s humain. Paris, 1823, p. 133 et suiv.
Henle, *Traité d'anatomie générale*, t. I, p. 374 et suiv.
e omento, etc. (*Opera omnia*).
tomie générale, t. I, p. 66 et suiv.
Medical Observ. and Inquiries, t. II, p. 26 et suiv.
nenta physiologiæ, t. I, p. 8 et suiv., et *De partium corporis humani*, t. I, p. 18

cement de cette Leçon peuvent être employées aussi pa démontrer la structure de ce tissu conjonctif. Effectivement, c'est dans les lacunes ménagées entre ses lamelles constituti que l'eau introduite dans les artères, et poussée à travers l parois de ces vaisseaux par la pression mise en jeu, se répand et s'accumule.

Cette transsudation cadavérique, personne n'en doutera, e un phénomène purement physique, et l'intensité des effets pr duits dépend de deux conditions : d'une part, la grandeur d la pression exercée sur le liquide ; d'autre part, le degré d perméabilité des tuniques vasculaires. Par conséquent, to choses étant égales d'ailleurs, on peut à volonté, en augmen tant ou en diminuant la poussée du liquide, accélérer ou ral le passage de celui-ci de l'intérieur du système circulatoire d les cellules interorganiques du tissu conjonctif, et produire infiltration plus ou moins abondante. Si l'injection s'acco sous une faible pression, la transsudation est à peine app ciable; mais si la force sous l'influence de laquelle l'eau d tend les vaisseaux est considérable, il se manifeste une so d'œdème ou d'anasarque, c'est-à-dire d'hydropisie générale.

Si la transsudation physiologique est, comme je l'ai dit, phénomène mécanique soumis aux lois ordinaires de la ph sique, nous pourrons prévoir qu'il en sera de même dans l'o ganisme vivant, et que toute augmentation dans la press sous laquelle le sang circule dans les vaisseaux tendra à a menter la quantité de liquide qui filtre à travers les parois ces tubes et se répand dans le tissu aréolaire interorganique.

Effectivement, il en est ainsi.

Influence de la pression du sang.

En étudiant le mécanisme de la circulation, nous avons que la poussée latérale du sang contre les parois des artères des veines dépend principalement, d'une part, de la pressi développée par les contractions du cœur, d'autre part, d obstacles qui se trouvent en aval du courant et qui s'oppos

oulement libre des liquides en mouvement. Nous avons ssi que, dans l'état normal, ces obstacles se rencontrent ipalement dans le système capillaire, et que, par consé-, la pression du sang contre les parois des artères est lérable, tandis que dans les veines, où le cours du sang le cœur est facile, cette pression est très faible. Mais évident que si la voie suivie par le sang veineux venait à rétrécie dans un point donné, l'obstacle qui y serait ainsi déterminerait dans la portion du courant situé en amont ression anormale; et si les résultats que nous ont fournis périences pratiquées sur le cadavre sont applicables à nisme vivant, nous devons par conséquent nous attendre r la transsudation augmenter lorsque, toutes choses étant s d'ailleurs, une grosse veine vient à être comprimée de à y gêner le cours du sang.

, c'est là précisément un des effets les plus remarquables uble déterminé dans le mouvement circulatoire par l'obli-on temporaire d'une ou de plusieurs veines.

s expériences faites il y a près de deux cents ans par Lower en fournissent une excellente preuve. Effectivement, ce ologiste ayant, à l'aide de ligatures, intercepté le cours ng dans les veines jugulaires d'un Chien, vit un épanche- séreux se former rapidement dans le tissu aréolaire cutané de la face de cet Animal (1). Magendie a été n de faits du même ordre, et de l'ensemble de ses re-hes sur ce sujet il a déduit cette règle : « Toute cause qui

lans une autre expérience Lower un Chien la veine cave infé- dans le thorax. L'Animal ex- u bout de quelques heures, et l'on trouva dans sa cavité péritonéale un épanchement considérable de sérosité (*a*).

ower, *Tractatus de corde, item de motu et colore sanguinis et chyli in eum transitu* *Bibliotheca anatomica* de Manget, t. II, p. 99).

rend plus forte la pression que supporte le sang accr
lation (1). »

Les observations pathologiques sont ici en parf
avec les résultats fournis par les expériences des
gistes; et il est aujourd'hui bien démontré que l'
infiltration des membres, par exemple, est presqu
causé par quelque obstacle mécanique qui gêne le
sang veineux de la partie malade vers le cœur (2).
laud, à qui l'on doit des recherches importantes sur
réuni un grand nombre de cas dans lesquels l'aut
voir que les principales veines appartenant au meml

(1) Magendie ajoute : « J'ai observé plusieurs fois cet accroissement d'exhalation dans le canal vertébral, sur l'arachnoïde de la moelle épinière, et voici dans quelles circonstances. J'ai dit ailleurs que la cavité de cette membrane est souvent, sur l'Animal vivant, remplie par de la sérosité. J'ai remarqué plusieurs fois que dans certains moments où les Animaux font des efforts violents, cette sérosité augmente sensiblement ; la même chose peut être vue à la surface du cerveau, où il existe aussi habituellement une certaine quantité de sérosité (*a*). »

(2) Boerhaave fut, je crois, le premier à attribuer la formation de certaines hydropisies à l'existence d'un obstacle mécanique au cours du sang qui se rend de la partie malade au cœur (*b*). Morgagni émit une opinion analogue, et cet excellent
dont l'ouvrage sur le
causes des maladies es
presque inépuisable de
tants pour la physiologi
que pour la pathologie,
plusieurs exemples de
de l'œdème de diverses
l'oblitération des veine
dantes (*c*).

L'influence de l'oblité
veine porte sur la produ
dropisie a été mise en lu
observations de M. Reyn

On connaît aussi des cas
l'obstruction des sinus
mère paraît avoir déteri
céphale, c'est-à-dire un
considérable de sérosité
vités cérébrales (*e*).

(*a*) Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*, 1825, t. II, p. 418.
(*b*) Boerhaave, *Aphorismi de cognoscendis et curandis morbis*, *in usum doc*
(aph. 1228, t. IV, p. 163, édit. de 1773).
(*c*) Morgagni, *De sedibus et causis morborum per anatomen indagatis libri*
(voy. epist. XXXIX, §§ 3 et 4 ; epist. XLVI, § 10 ; L, § 55, etc.).
(*d*) Reynaud, *Des obstacles à la circulation dans le tronc de la veine porte, e*
anatomiques et physiologiques (*Journal hebdomadaire de médecine*, 1829, t. IV,
(*e*) Tonnelé, *Cas d'épanchement séreux dans le crâne à la suite de l'oblitér*
veineux (*Journal hebdomadaire de médecine*, 1829, p. 184 et suiv.).

;ette sorte d'hydropisie étaient ou oblitérées, ou fortement primées par le voisinage de quelque tumeur (1); et il me it facile de multiplier ici beaucoup les faits du même 'e (2). Mais une simple coïncidence ne suffit pas pour

) En citant ici l'excellent travail I. Bouillaud (*a*), je dois faire re- quer cependant que cet auteur)ue l'infiltration des parties dé- ntes des veines obstruées, non : augmentation dans la transsuda- les liquides du système vasculaire les aréoles du tissu conjonctif, à un affaiblissement de la puis- : absorbante de ces vaisseaux (*b*).

) Les recherches anatomiques de son, de P. Béclard et de plusieurs s pathologistes, montrent que lusion d'une grosse veine n'est oujours suivie d'un épanchement opique dans la partie dont ce eau reçoit le sang; mais cela dique par la facilité plus ou moins de avec laquelle la circulation col- le s'établit. Effectivement, nous vu que non-seulement il existe les membres des veines profondes bien que des veines superficielles, e ces vaisseaux sont solidaires ns des autres, mais que les troncs veineux de la tête et du : communiquent tous entre eux des anastomoses. Or l'observation directe nous apprend qu'il existe dans ces anastomoses des variations individuelles très considérables, et que tantôt elles offrent des voies larges et assez directes pour le passage du sang, tandis que d'autres fois ces communications sont étroites et fort détournées. Baillie rapporte l'observation d'une femme chez laquelle la veine cave abdominale était complétement oblitérée depuis le niveau des veines émulgentes jusqu'à l'oreillette droite, et le passage du sang des parties inférieures vers le cœur s'effectuait par l'intermédiaire des veines lombaires et azygos (*c*). Des cas analogues ont été décrits par M. Hallett (*d*), et Wilson rapporte aussi des observations relatives à des sujets chez lesquels on trouva le tronc de la veine cave abdominale et ses principaux affluents oblitérés ou remplis de caillots et de lymphe coagulable, sans que les membres inférieurs se fussent infiltrés (*e*).

Comme exemples de l'obstruction d'une veine considérable chez l'Homme sans que l'œdème se soit manifesté, je citerai également deux cas d'oblitéra-

(a) Bouillaud, *De l'oblitération des veines et de son influence sur la formation des hydropisies elles* (*Archives générales de médecine*, 1823, 1re série, t. II, p. 188). — *Observations et dérations nouvelles sur l'oblitération des veines regardée comme cause d'hydropisie* (*Arch. de méd.*, 1824, t. V, p. 94).

(b) *Op. cit.* (*Arch.*, t. II, p. 201).

(c) Baillie, *Of Uncommon Appearances of Disease in Blood-vessels* (*Transactions of a Society the Improvement of Medical und Surgical Knowledge*, vol. I, p. 127, pl. 5).

(d) Hallett, *On the Collateral Circulation in Cases of Obliteration or Obstruction of the Venæ* (*Edinburgh Med. and Surg. Journal*, 1848, t. LIX, p. 269).

(e) J. Wilson, *An Instance of the Obliteration of the Venæ cavæ inferior from Inflammation* (*Trans. of a Soc. for the Improv. of Med. and Chir. Knowl.*, 1812, t. III, p. 65).

établir des relations de causes et d'effets ; pour m
l'infiltration du tissu conjonctif dépend bien réel
l'obstacle apporté au cours du sang veineux, il fau
que la cessation de l'embarras produit de la sorte c
culation entraîne la cessation du phénomène qu'on l
Je ne m'arrêterai donc pas sur les exemples d'une si
cidence qui a été constatée entre l'oblitération d'une
gonflement œdémateux de la partie correspondante
et je citerai seulement quelques cas dans lesquels, d
l'apparition de ce phénomène pathologique a eu lie
de la compression d'un tronc veineux, et, d'autr
cessation de cette pression a déterminé la disparitio
dropisie locale qui y correspondait.

L'observation journalière a depuis longtemps a
médecins que, dans les derniers temps de la gros
femmes ont souvent les jambes gonflées, mais qu
dent se dissipe après l'accouchement. Or, l'agrandis
l'utérus et le poids de cet organe dans les périodes
de la gestation déterminent sur les veines iliaques un
considérable, et le sang, gêné ainsi dans son cours, s
dans les vaisseaux situés en amont de l'obstacle et le
Cette distension est suivie d'une augmentation dan
de la transsudation dans les parois du système vasc
membres abdominaux, et cette transsudation abonda

tion de la veine iliaque mentionnés par Hodgson (*a*), et un autre cas dans lequel un chirurgien de Manchester pratiqua la ligature de la veine jugulaire interne (*b*). Enfin, j'ajouterai que l'on doit à Travers à M. Reynaud, des obser ressantes sur la circulatio dans divers cas d'oblitéra que gros tronc veineux (c

(*a*) Hodgson, *On the Diseases of the Arteries and Veins*, p. 531.
(*b*) Simmons, voy. *Medical Facts and Observations*, t. VIII, p. 23.
(*c*) Travers, *On Wounds and Ligatures of Veins* (Astley Cooper and B. Travers, *S* vol. I, p. 250, édit. de 1818).
— Reynaud, *Oblitération de la veine iliaque gauche ; circulation collatérale*, *hebdomadaire de médecine*, 1829, t. II, p. 84 et 109).

e l'œdème (1); mais, dès que la matrice reprend son volume mal, l'obstacle mécanique qui arrêtait le sang au passage)araît, et l'hydropisie locale qui en résultait ne tarde pas à lissiper.

)n cite aussi des cas dans lesquels l'œdème de l'une des rémités avait été déterminé par la présence d'une tumeur, ne hernie, par exemple, et s'est dissipé dès que le chirur-n eut fait cesser la pression exercée ainsi sur le tronc vei-ıx de la partie infiltrée (2).

D'un autre côté, la poussée des liquides en sens inverse, st-à-dire du dehors sur la surface extérieure des vaisseaux sur des tissus dans lesquels ces conduits sont renfermés, doit ıdre à retarder ou même à empêcher la transsudation dans ; parties (3). Aussi a-t-on remarqué depuis longtemps qu'à la ıte de la ponction de la cavité péritonéale, dans les cas d'hy-)pisie ascite, une nouvelle accumulation de liquide s'effectue ıucoup plus vite si l'on abandonne le malade aux seules ces de la nature que si l'on exerce sur son abdomen une ession méthodique et continue à l'aide de bandages (4). On

1) Camper, dont j'ai déjà eu l'oc-ion de citer les travaux anatomi-s (*a*), a été un des premiers à fixer ention des médecins sur le méca-me de ce phénomène (*b*).

On a remarqué aussi que, lorsque térus, chargé des produits de la ception, prend une position obli-, c'est en général seulement le mbre du côté duquel cet organe che qui devient œdémateux.

La tuméfaction de l'utérus, dépendante d'un état cancéreux, peut produire des effets analogues (*c*).

(2) Richter rapporte une observation de ce genre (*d*).

(3) La pression exercée de la sorte par les liquides sur les vaisseaux qu'ils baignent extérieurement contribue aussi, comme nous le verrons plus tard, à activer l'absorption de ces produits de la transsudation.

(4) L'emploi des bandages compressifs après l'opération de la ponction est

(*a*) Voyez ci-dessus, tome II, page 342.

(*b*) P. Camper, *Dissertatio medica de hydropum variorum indole, causis et medicina* (*Mém. de Société royale de médecine*, 1784 et 1785, p. 130).

(*c*) Olivieri, *De l'œdème des membres inférieurs chez les femmes affectées de cancer de l'utérus*. [illegible], Paris, 1835, n° 120.

(*d*) Voyez Rayer, article HYDROPISIE (*Dictionnaire de médecine*, 1824, t. I, p. 123).

sait aussi que l'infiltration du tissu conjonctif se produit beaucoup plus facilement dans les parties du corps où la peau est lâche et extensible que dans les régions où les téguments et les gaînes aponévrotiques serrent fortement les organes sous-jacents (1).

Influence de l'état du sang sur la transsudation.

§ 8. — La rapidité avec laquelle un liquide traverse un filtre dépend, comme chacun le sait, non-seulement de la pression plus ou moins considérable exercée sur les molécules du fluide qui sont en contact avec la cloison perméable, mais aussi des propriétés physiques de ce fluide et du degré de porosité du filtre. Nous pouvons donc prévoir que le passage des liquides à travers les tuniques vasculaires ou les autres tissus de l'organisme sera soumis aux mêmes influences, et que les variations dans la composition du sang, ainsi que les modifications qui pourront survenir dans les propriétés physiques des tuniques vasculaires, influeront sur les phénomènes de transsudation dont les organismes vivants sont le siége.

Les preuves de ces derniers effets sont faciles à donner.

Dans les circonstances ordinaires, les parois vasculaires ne se laissent pas traverser par les globules sanguins et ne s'imbibent que de sérum; aussi a-t-on constaté que les variations dans la proportion de ces corpuscules n'exercent que peu ou point d'influence sur les phénomènes qui sont dus à la trans-

général (a), et même, dans quelques cas, on a eu recours avec succès à la compression méthodique pour le traitement des hydropisies (b).

(1) C'est une des raisons pour lesquelles le gonflement œdémateux de la paupière inférieure et des parties voisines de la face se produit si facilement. La même cause rend l'infiltration du tissu cellulaire sous-cutané des membres beaucoup plus fréquente que l'épanchement d'une quantité anormale de sérosité dans les parties profondes des extrémités qui sont situées dans une gaine aponévrotique très résistante.

(a) Voyez Velpeau, *Médecine opératoire*, t. II, p. 280.

(b) Voyez Bricheteau, *De la compression, de son usage dans les hydropisies, et particulièrement dans l'ascite* (*Archives générales de médecine*, 1832, t. XXVIII, p. 75).

nais il n'en est pas de même lorsque la densité du t à être modifiée par une diminution notable dans la albumine que ce liquide tient en dissolution. En Andral a trouvé que dans les cas où le sang est e la sorte, il se manifeste toujours plus ou moins nt une hydropisie qui, d'abord partielle et légère, tre générale et très considérable (1). Il a remarqué idence chez les Animaux aussi bien que chez 2), et nous sommes en droit d'attribuer l'épanche-

lation entre la diminu- oportion d'albumine du ifestation de symptômes lus ou moins générale a ion-seulement par M. An- aussi par MM. A. Becer (*b*). La diminution de de l'albumine contenue du sang des malades minurie avait été pré- gnalée par Bostock (*c*). avait même cherché à roduction des épanche- et des infiltrations du , dans les cas où l'urine ise, par la fluidité plus ig résultant de l'appau- sérum (*d*). vu, dans une précédente des effets des saignées l'appauvrir le sang (*e*), ecquerel et Rodier ont dans les cas où les émis- ies sont poussées très ortion d'albumine diminue aussi bien que celle des globules et de la fibrine. Or, dans ces circonstances, il y a tendance à la production des hydropisies, et les auteurs que je viens de citer rapportent des exemples de ces accidents pathologiques (*f*).

Du reste, il est probable que la diminution de la proportion de l'albumine dans le sang n'est pas la seule cause de l'épanchement anormal de cette substance, et que son passage rapide des vaisseaux dans les cavités adjacentes dépend en partie de la même cause qui amène son excrétion par les urines, excrétion qui, à son tour, appauvrit le sang, savoir : une modification dans la constitution de cette substance protéique qui la rend plus fluide, ainsi que nous le verrons bientôt.

(2) Dans une des variétés de la maladie appelée par les vétérinaires *pourriture* ou *cachexie aqueuse*, les Moutons sont toujours infestés de

sai d'hématologie pathologique, 1843, p. 154 et suiv.
el et Rodier, *De l'anémie par diminution de proportion de l'albumine du sang, es qui en sont la conséquence* (*Gazette médicale de Paris*, 1850).
n *Elementary System of Physiology*, 1827, t. III, p. 411.
Considérations et observations sur l'hydropisie symptomatique d'une lésion spé- Archives générales de médecine, 1834, 2e série, t. V, p. 333).
lessus, tome I, page 250.
rel et Rodier, *De l'anémie*, p. 9 (extr. de la *Gazette médicale*, 1850).

ment, en partie au moins, à la constitution trop a
sérum, car nous savons, par les expériences de Mag
l'on peut déterminer à volonté des accidents ana
injectant de l'eau dans les veines (1).

Influence du degré de perméabilité des parois des vaisseaux.

§ 4. — L'influence de l'état des parois vasculai
transsudation ne se démontre pas d'une manière a
mais ne me paraît pas moins indubitable.

Et d'abord il est à noter que le passage des liqu
vers les tuniques des vaisseaux ne se fait pas ave
facilité dans toutes les parties du système circula
lorsque toutes choses sont égales d'ailleurs, cette
filtration semble s'effectuer le plus aisément là où ce
sont le plus minces. Ainsi nous avons vu dans une
Leçon que les artères ont des parois plus épaiss
veines, et que c'est surtout dans les capillaires que le
vasculaires acquièrent une grande délicatesse. Or,
d'un tronc artériel occasionne, comme l'oblitération d'
une augmentation dans la poussée du sang contre s
en amont de l'obstacle ainsi créé; mais cet accrois
pression ne suffit jamais pour déterminer l'infiltration
circonvoisines, ainsi que cela a lieu si souvent quan
du sang est arrêté dans une veine.

Les effets produits par les injections faites sur

Douves qui se logent dans le foie, et le sang de ces Ruminants est pauvre en albumine : or, un des symptômes les plus saillants de cette affection est l'état œdémateux de la face, et l'on remarque aussi dans les cavités séreuses des épanchements anormaux (*a*).

(1) Magendie a fait voir dans ses cours qu'en injectant de système vasculaire, on duire un gonflement si l'Animal soumis à l'exp venait incapable de fléch bres, ou de faire le mou ment, sans éprouver u extrême (*b*).

(*a*) Andral, Gavarret et Delafond, *Recherches sur la composition du sang de que domestiques dans l'état de santé et de maladie* (*Annales de chimie*, 1842, 3ᵉ séri

(*b*) Magendie, *Leçons sur les phénomènes physiques de la vie*, t. I, p. 109.

ontrent aussi que les petits vaisseaux ne sont pas également rméables dans toutes les parties du corps. Dans certains ganes, non-seulement l'eau que l'on pousse dans le système isculaire s'en échappe plus facilement que dans d'autres par-s, mais des substances qui ailleurs resteraient emprisonnées ns les capillaires suintent à travers les parois de ces petits bes et se répandent dans les tissus circonvoisins. Ainsi les anchements se produisent très facilement à la surface du umon, dans le péricarde, dans l'arachnoïde, et même dans la vité péritonéale, tandis qu'elles sont plus rares dans le tissu njonctif sous-cutané ou dans le système musculaire.

J'ajouterai que, dans les premiers temps de la vie, la perméa-lité des tissus paraît être plus grande que chez l'adulte, et e, chez les jeunes enfants, des épanchements de sérosité se ment souvent dans diverses parties du corps sous l'influence causes qui, dans un âge plus avancé, ne produiraient sur la tribution des liquides dans l'organisme aucune modification préciable (1).

§ 5. — Nous avons vu, dans les Leçons précédentes, que les isseaux sanguins ne sont pas des tubes inertes, mais qu'ils

1) Chez les jeunes enfants, les nchements séreux sont très fré-nts et se reproduisent très faci-ent. L'œdème des poumons paraît un des accidents les plus com- vers la fin des maladies mor- des enfants, aussi bien que chez dont la constitution est cachec-. Il est aussi à noter que l'hydro-ale aiguë est d'autant plus fré-nte que les enfants sont plus es, et que chez les sujets au-dessous de cinq ans l'anasarque se déclare beaucoup plus souvent que chez ceux dont l'âge est moins tendre (*a*). Il est aussi à noter qu'à la suite de certaines affections, telles que la fièvre scarlatine et la petite vérole, l'œdème de diverses parties du corps est beaucoup plus fréquent chez les enfants que chez les adultes. Dans quelques épidémies ces infiltrations ont été très communes (*b*).

a) Voyez Barthez et Rilliet, *Traité clinique et pathologique des maladies des enfants*, 1853, t. p. 135, 150, 185, etc.

b) Voyez Itard, art. HYDROPISIE (*Dictionnaire des sciences médicales*, t. XXII, p. 387).

sont doués d'une faculté de contraction lente en vertu de laquelle ils peuvent se resserrer plus ou moins, et qu'à la suite d'un déploiement considérable de cette force, ainsi que dans d'autres circonstances, ils se relâchent de façon à offrir des dimensions insolites. Or, dans les cas où ils se trouvent dilatés de la sorte, bien que la pression du sang contre leurs parois ne soit pas plus considérable que d'ordinaire, l'exsudation des liquides à travers leurs parois paraît devenir plus facile (1). Tout ce qui tend à affaiblir l'organisme contribue à produire ce relâchement dans les parois vasculaires, et cet état du système circulatoire est toujours accompagné d'une tendance à l'infiltration des liquides dans les parties circonvoisines.

Ainsi chacun sait qu'à la suite d'une marche prolongée, les veines des membres inférieurs sont d'ordinaire dilatées, et l'expérience journalière montre aussi que, dans ces circonstances, il se manifeste souvent un gonflement œdémateux dans les pieds et la portion inférieure des jambes. Quand les extrémités restent pendant longtemps dans la position verticale, l'effort que les parois vasculaires doivent faire pour résister au poids de la colonne sanguine, ainsi qu'à la poussée de ce liquide déterminée par l'action du cœur, a aussi pour conséquence un relâchement des tissus dont ces parois se composent; or, personne n'ignore que dans ce cas les jambes se gonflent plus ou moins promptement, et ce gonflement est dû à une accumulation de liquide dans les aréoles du tissu conjonctif sous-cutané. Le repos qu'amène la position horizontale du corps suffit pour dissiper ces accidents légers; mais on voit aussi des phénomènes analogues se manifester dans les parties déclives de l'organisme chez les personnes qui restent longtemps couchées,

(1) Le retard dans le cours du sang des veines variqueuses est souvent accompagné de l'œdème des membres inférieurs.

t si les forces vitales ont été affaiblies par une maladie (1).

. — La quantité de liquides épanchés dans les interstices tourent les vaisseaux sanguins, ou accumulés dans les es cavités du corps, dépend en majeure partie des circon-s physiques que nous venons d'examiner, mais elle est se aussi à l'influence d'une force qui agit en sens contraire, détermine la rentrée d'une portion de ces humeurs dans 'ent de la circulation, savoir : l'absorption. Nous aurons t à étudier particulièrement cette fonction importante, et, moment, je me bornerai à faire remarquer que nous ici encore un exemple de cet équilibre instable qui con- l'état de santé des êtres vivants, et qui peut être troublé

Effets de l'absorption sur le produit de la transsudation.

lusieurs pathologistes ont été s à ranger l'insuffisance de nerveuse au nombre des déterminantes des hydropi- ils ont cité comme exemples nchements dus à ce défaut de e vitale, les amas d'eau qui ent souvent pendant l'agonie. a signale également la forma- quente de phlyctènes chez les ques (a).

des cas de disette, on a remar- ssi que les hydropisies étaient quentes que dans les circon- ordinaires. Broussais rapporte Andalousie, pendant la guerre épendance espagnole, le défaut nts produisit dans la partie de la population une mortalité rable, et que presque tous les reux qui, pendant longtemps, avaient souffert de la disette, eurent les membres inférieurs infiltrés (b).

Gaspard, en décrivant les effets produits en 1817, dans la Bourgogne et le Jura, par les désastres agricoles de l'année précédente, fait mention de faits analogues. Le résultat général et constant d'un régime uniquement herbacé, continué fort longtemps, dit ce physiologiste, occasionna une anasarque universelle ; l'état d'infiltration subsista pendant tout le temps de l'usage de cette nourriture insuffisante, et ne disparut qu'après la moisson de 1817, par le retour de l'abondance ; quelques individus conservèrent durant plusieurs mois, ou même durant des années, un reste de gonflement du ventre, de bouffissures à la face ou d'œdème aux jambes (c).

stein, *Anatomie pathologique*, t. I, p. 189.
ssais, *Cours de pathologie et de thérapeutique*, 1835, t. V, p. 302.
pard, *Effets des aliments herbacés* (*Journal de physiologie par Magendie*, 1821, t. I,

de façon à produire des effets analogues, soit par un degré d'activité anormale de l'une des fonctions qui concourent à le maintenir, soit par l'affaiblissement du travail qui se fait concurremment en sens contraire.

Il est, du reste, évident que la transsudation peut être très rapide. On voit souvent des épanchements considérables se former en très peu de temps, et malgré la résorption plus ou moins active des liquides épanchés qui contre-balancent toujours en partie les effets produits de la sorte, la quantité de sérosité extravasée dans diverses parties du corps est quelquefois énorme (1).

Variations dans la composition des liquides épanchés.

§ 7. — L'état de relâchement des parois des vaisseaux capillaires paraît influer, non-seulement sur la facilité avec laquelle les liquides s'extravasent, mais aussi sur les substances

(1) La quantité de sérosité qui s'écoule de l'abdomen lorsqu'on pratique l'opération de la paracentèse, ou ponction, dans des cas d'hydropisie de l'ovaire ou d'ascite, s'élève souvent à 12 ou 15 litres, ou même à beaucoup plus.

Lorsque l'état général de la santé ne décline pas rapidement chez les hydropiques, on est souvent obligé de pratiquer la ponction un grand nombre de fois, et la quantité de sérosité fournie ainsi par l'organisme en un certain temps devient parfois énorme. Ainsi Mead rapporte l'observation d'une femme qui, dans l'espace d'environ six ans, subit cette opération 66 fois, et perdit ainsi plus de 1000 litres d'eau (a). Dans le cas plus récent d'une femme à qui l'on pratiqua la ponction 235 fois dans l'espace de trois ans, la quantité de sérosité évacuée de la sorte fut évaluée à plus de 2700 livres (b). Latham parle d'une malade chez laquelle il a fallu avoir recours à la ponction 155 fois (c); et Bézard a publié l'observation d'une femme qui, dans l'espace de treize ans, fut opérée de la sorte 665 fois (d). Dans le cas rapporté par Latham, la maladie dura un peu plus de quatre ans, et la quantité de liquide évacué fut évaluée à 3720 pintes, ce qui suppose en moyenne une exhalation de plus d'un litre de sérosité par jour.

(a) Mead, *Monita et præcepta medica*, 1757, p. 90.

(b) Lecourt, *Observ. d'une hydropisie enkystée prise pour une hydropisie ascite* (*Journal de chimie médicale*, 1828, t. IV, p. 450).

(c) Latham, *Account of an Extraordinary Dropsical Case* (*Philos. Trans.*, 1779, vol. LXIX, p. 54).

(d) Bézard, *Observat. sur une hydropisie ascite* (*Bulletin de la Société médicale d'émulation*, décembre 1815, p. 495).

ui sont susceptibles de filtrer ainsi à travers leur tissu. Dans s circonstances ordinaires, c'est la partie la plus fluide du sang ui est seule capable de passer de la sorte jusque dans les lacunes 1 tissu conjonctif d'alentour; mais, dans certaines circonances où les petits vaisseaux sont très dilatés, le plasma tout itier paraît transsuder, et l'on voit la fibrine coagulable, aussi en que le sérum, se répandre au dehors et s'infiltrer dans les irties circonvoisines. Ces épanchements plasmatiques se proisent souvent dans les parties qui sont le siége d'une inflamation vive, et, dans les organes dont les vaisseaux sont natullement très perméables, on peut les déterminer à volonté 1 dilatant mécaniquement le système circulatoire (1). Par emple, on a constaté qu'en faisant la ligature de l'artère rte abdominale en aval des artères rénales, et en oblitérant ssi un de ces vaisseaux de façon à diriger tout le sang du onc aortique dans le rein du côté opposé, on pouvait déteriner l'excrétion d'une certaine quantité d'albumine par les isseaux de ce dernier organe; et qu'en opposant un obstacle us considérable au cours du sang dans la même glande, par ligature des veines émulgentes, on produit non-seulement 1 gonflement considérable et le passage de l'albumine au hors, mais un épanchement de plasma tout autour de chaune des principales branches du vaisseau ainsi distendu (2).

(1) Je suis porté à croire que, dans plupart des cas, la quantité de fine qui transsude ainsi est faible, et e la plus grande partie de substance buminoïde qui se trouve dans les uides épanchés provient d'une autre urce et doit son origine à un travail flammatoire dans des tissus voisins; ais je pense que l'on est allé trop loin, lorsqu'on a posé en principe, ainsi que l'ont fait quelques auteurs, que, toutes les fois qu'il existe une certaine quantité de fibrine dans la sérosité, il y a eu à une époque quelconque, dans les tissus qui ont fourni ce liquide, un point d'inflammation (*a*).

(2) Ce résultat intéressant a été

(a) Becquerel et Rodier, *Traité de chimie pathologique*, 1854, p. 517.

Des épanchements semblables se montrent autou vaisseaux qui sont dilatés et gorgés de sang dans atteintes d'inflammation. On peut s'en assurer en d artificiellement la phlogose dans une membrane t placée sous le microscope. On voit alors que les va partie obstrués par des amas de globules et disten sang qui se trouve arrêté dans son cours, laissent éc partie de leur contenu : c'est d'abord un liquide seulement qui se répand dans les tissus circonvoisins; cet état morbide augmente, la fibrine coagulable fi travers les tuniques vasculaires, et une portion de colorante du sang fournie par la désorganisation d nombre de globules s'épanche également et colore les parties infiltrées. Souvent on voit ensuite les gl guins se répandre au dehors, et beaucoup de p pensent qu'ils filtrent à travers les parois des capi tées comme ils passeraient à travers une feuille buvard ; mais ces épanchements paraissent être dus petites ruptures des tuniques vasculaires, et dans stances ordinaires, au moins, tous les tissus organ que perméables aux liquides, opposent à ces corpusc des barrières infranchissables (1).

Composition ordinaire des liquides épanchés.

§ 8. — D'après tout ce que je viens de dire mécanisme de la transsudation, on pourrait être po que le liquide dont l'appareil circulatoire se débar

obtenu par M. Robinson (a). Ce pathologiste a trouvé aussi qu'en opposant des obstacles au retour du sang veineux qui circule dans les veines, on peut déterminer le passage d'un liquide albumineux, et fibrine coagulable, des guins jusque dans le naires (b).

(1) Voyez tome III, p

(a) G. Robinson, *Researches into the Connexion existing between an unu Compression of the Blood contained in the Renal Vessels and the Presence of ce Matters in the Urine* (*Med.-Chir. Transactions*, 1843, t. XXVII, p. 51), et *Cont Physiology and Pathology of the Circulation of the Blood*, 1857.

(b) Robinson, *Contributions*, etc., p. 29 et suiv.

rte pour le verser dans les espaces interorganiques d'alenur doit être, dans l'état normal, identique avec la partie la us fluide du sang lui-même, c'est-à-dire le sérum. Mais xpérience nous apprend qu'il en est rarement ainsi, et que la rosité répandue dans les aréoles du tissu conjonctif, ou accuulée dans les cavités viscérales, diffère du sérum par sa mposition chimique. C'est bien de l'eau tenant en dissolution l'albumine et les matières salines qui se rencontrent dans le rum du sang, mais elle ne renferme d'ordinaire qu'une proortion bien moindre de la première de ces substances.

Dans l'état normal, la sérosité qui se trouve, soit dans les réoles du tissu conjonctif sous-cutané, soit dans les grandes avités du tronc, est trop peu abondante pour que les chimistes ient pu en déterminer la composition; mais ils ont souvent ait l'analyse des liquides qui s'amassent dans ces parties chez es hydropiques, et il leur a été facile d'étudier aussi la comosition de diverses humeurs qui, par leur origine, paraissent ppartenir à la même classe de produits et qui se trouvent noralement dans l'intérieur de certains organes ou dans les produits le la conception. J'aurais à revenir ailleurs sur la plupart des ésultats qui ont été de la sorte acquis à la science, et en ce noment je me bornerai à citer quelques exemples dont nous vons besoin ici pour juger des relations qui existent entre ces iquides et le sérum du sang dont ils tirent leur origine (1). Composition chimique de la sérosité.

(1) Les premières analyses de ces liquides fournis par les épanchements hydropiques sont dues à Rouelle cadet et à Fourcroy; elles mettent en lumière l'analogie qui existe entre ces produits et le sérum du sang, mais elles ne nous éclairent pas sur les proportions des matières constitutives de la sérosité (a). Marcet reprit ce sujet de recherches, et examina comparativement les liquides des sujets affectés d'hydrocéphale, d'hydropéricardite, d'hydrothorax, d'hydropisie ascite, d'hydrocèle, etc. (b). Bostock publia peu

(a) Fourcroy, *Système des connaissances chimiques*, t. IX, p. 219 (an IX).
(b) Marcet, *A Chemical Account of various Dropsical Fluids* (*Medico-Chirurg. Trans.*, 1817, t. II, p. 342).

M. Heller, à qui l'on doit des recherches très approfondies sur toutes les questions chimiques relatives à l'albuminurie, affection dans laquelle un certain état morbide de l'appareil urinaire est toujours accompagné d'un appauvrissement du sérum du sang et d'épanchements hydropiques (1), a fait connaître la composition de la sérosité accumulée dans le tissu cellulaire sous-cutané chez plusieurs individus atteints de cette maladie. Il y a trouvé toujours environ 97 centièmes d'eau, et par conséquent 3 centièmes de matières solides, tandis que dans le sérum défibriné la proportion des matériaux solides s'élevait à près de 9 pour 100. L'albumine, qui, dans le sérum normal, constitue environ 78 millièmes du poids total du liquide (2), ne se trouvait

de temps après une série d'analyses analogues (a), et, à des époques plus récentes, des recherches du même ordre ont été faites par plusieurs chimistes : par exemple, Fr. Simon et MM. Heller, Scherer et Schmidt, dont j'aurai bientôt l'occasion de citer les travaux. Au sujet des méthodes pour l'analyse de ces liquides, je renverrai à un Mémoire de M. Heller et à l'ouvrage de M. Lehmann (b).

(1) Voyez ci-dessus, tome I, p. 226.

(2) Dans une de ces analyses il trouva :

Eau	975,20
Albumine	5,42
Matières extractives, graisses, etc.	3,76
Sels fixes	15,62 (c)

Le liquide céphalo-rachidien qui se trouve dans l'arachnoïde, et qui baigne la moelle épinière aussi bien que le cerveau, est de même nature et paraît avoir une origine analogue, mais est remarquablement pauvre en matières organiques. M. Lassaigne y a trouvé, chez une femme :

Eau	98,564
Albumine	0,088
Matière animale extractive	0,474 pour 100.

Chez le Cheval, il n'a trouvé que 0,035 d'albumine et 1,104 de matière animale extractive dissoutes dans 98,180 parties d'eau. Une autre analyse faite par Haldat a donné à peu près les mêmes résultats (d).

L'eau de l'amnios ne contient aussi que très peu de matières organiques.

(a) Bostock, *On the Nature and Analysis of Animal Fluids* (*Medico-Chirurgical Transactions*, 1819, t. IV, p. 53).

(b) Heller, *Qualitative und quantitative Analyse albuminoser Flüssigkeiten* (*Archiv für physiologische und pathologische Chemie und Mikroscopie*, 1844, t. I, p. 192).

— Lehmann, *Lehrbuch der physiologischen Chemie*, t. II, p. 286.

(c) Heller, *Pathologische Chemie des Morbus Brightii* (*Archiv für physiologische und pathologische Chemie und Mikroscopie*, 1844, t. II, p. 184).

(d) Magendie, *Recherches physiologiques et cliniques sur le liquide céphalo-rachidien ou cérébro-spinal*, 1842, p. 48.

ılus souvent, que dans la proportion d'environ 5 mil- tandis que les matières extractives, c'est-à-dire l'albu- de soude ou la caséine, et les autres substances pro- qui ne se coagulent pas par l'ébullition, étaient à peu ssi abondantes que dans le sang.

:rosité qui s'accumule dans la cavité péritonéale chez 'opiques est aussi très pauvre en matières solides (1), ntient en général un peu plus d'albumine, et se montre assez riche en caséine ou en albuminate basique de nême il n'est pas rare d'y découvrir de petites quantités ıe (2).

ı a trouvé, chez la femme, ır 100 d'eau et 0,16 d'al-); et dans les analyses faites ıment par MM. Rees, Vogt, ıark et quelques autres chi- proportion d'eau s'est géné- naintenue entre 979 et 990 (b).

humeur aqueuse de l'œil, ıi également à parler avec était dans une autre partie rs, est encore plus pauvre ɜs organiques. Berzelius n'y ɥue des traces d'albumine. ɜs de ce liquide lui fourni- d'eau, 1,15 de sels et 0,75 ɜs extractives (c).

ıi, dans un cas d'ascite, a trouvé :

....	950,00
Matières extractives et traces d'albumine	5,97
Graisses	0,84
Sels (principalement chlorure de sodium)	44,00 (d)

(2) Dans la plupart des cas, cependant, la proportion d'albumine contenue dans la sérosité péritonéale des hydropiques ne varie qu'entre 8 et 12 par millième, et en général on trouve dans ce produit environ 3 millièmes de matières extractives composées en partie de caséine soluble ou d'albuminate de soude. Ainsi, dans quatre analyses sur cinq, dont les résultats ont été publiés par M. Lhéritier, l'albumine figure pour 8,65, 10,19, 10,85 et 11,85 dans la composition de ce produit (e).

C'est aussi environ $\frac{1}{100}$ d'albumine que M. Heller a trouvés dans la séro-

ɩ, *Op. cit.*
ıhéritier, *Traité de chimie pathologique*, p. 644.
·, *Chem. Unters. der Amniosflüssigkeit des Menschen* (*Zeitschrift für wissensch.* 49, t. I, p. 89).
ıs, *Traité de chimie*, trad. par Esslinger, t. VII, p. 459.
Hydropische Flüssigkeit und Harn bei Ascites (*Arch. für phys. and path. Chemie*, p. 47).
ɪr, *Traité de chimie pathologique*, 1842, p. 570.

Causes de la différence de composition entre le sérum du sang et la sérosité.

Si l'on admet que les liquides qui s'échappent des vaisseaux sanguins par transsudation se trouvent mêlés à des produits sécrétés, il est facile de s'expliquer comment la sérosité peut renfermer accidentellement certaines matières en plus grande proportion que le sérum du sang ; mais, au premier abord, il semble difficile de concilier avec la théorie toute mécanique que j'ai donnée de l'origine de ces épanchements les différences que je viens de signaler dans les proportions relatives de l'eau et de l'albumine. On sait, en effet, que, dans les expériences ordinaires de laboratoire, une dissolution saline ou autre ne s'appauvrit pas quand on la filtre, et si, comme tout jusqu'ici semblait le prouver, le liquide du tissu conjonctif ou des poches séreuses est du sérum qui filtre à travers les parois des

sité péritonéale chez un malade atteint d'albuminurie (*a*).

Fr. Simon a trouvé dans le fluide hydropique obtenu par la ponction de l'abdomen, chez un jeune homme dont les reins étaient en suppuration :

Eau	978,0
Albumine	12,0
Matières grasses	1,0
Matières extractives alcooliques	2,0
Carbonate de soude et phosphate de chaux	1,2
Chlorure de sodium et lactate de soude	6,8
Urée	1,2

Des produits analogues, dont l'analyse a été faite par M. Hoppe, ont donné, sur 1000 parties, 6 ou 7 d'albumine, et de 982,5 à 984,5 d'eau (*b*).

Mais, dans d'autres circonstances, on a trouvé dans ces épanchements une proportion plus considérable, soit d'albumine coagulable, soit d'autres produits protéiques. Ainsi, dans un cas étudié par M. Scherer, le liquide obtenu par la ponction de l'abdomen a donné :

Eau	952,99
Albumine	11,88
Albuminate de soude	22,70
Fibrine	0,38
Matières extractives	5,02
Graisses	1,28
Sels	7,22

Chez un autre hydropique, le même chimiste trouva :

Eau	960,41
Albuminate de soude	22,73
Matières extractives	2,12
Graisses	1,62
Sels	5,94

L'albumine coagulable par la cha-

(*a*) Heller, *Op. cit.* (*Arch. für phys. und pathol. Chemie*, t. II, p. 83).
(*b*) Hoppe, *Ueber seröse Transsudate* (*Arch. für pathol. Anat.*, 1856, t. IX, p. 290).

eaux, on doit se demander comment il a pu perdre en une si grande quantité d'albumine.

ıe expérience, qui paraît être due à Berzelius, semble mon-que les seules forces physiques peuvent accomplir des chan-

'existait pas en quantité appré- (*a*).

ıalyse du liquide extrait de l'ab- ı par la ponction chez six ma- ıffectés d'hydropisie a été faite M. A. Becquerel et Rodier, et a , en moyenne, 21,6 d'albumine 00, et comme extrêmes, d'une 1,13, et d'autre part, 34. La té de matières extractives a os- ıtre 3,24 et 19,30 sur 1000 (*b*).

s des produits analogues ana- ɔar M. Percy, l'albumine s'est e dans la proportion de 34 mil- dans un cas, et dans un autre ılevée à 38 millièmes (*c*).

ı un hydropique observé par rchand, la sérosité péritonéale nait une quantité très considé- l'urée (plus de 4 millièmes) et e 24 millièmes d'albumine (*d*). its analogues ont été constatés . R. Willis (*e*).

ıalyse du liquide extrait du d'un malade affecté d'em- a donné, d'après Simon :

Eau	934,72
Albumine	31,00
Albuminate de soude	18,86
Fibrine	1,02
Graisses	1,05
Extraits alcooliques et sels	1,35
Extrait aqueux et sels	10,64
Sels fixes	9,50 (*f*)

Un produit analogue, analysé par M. Bödeker, a fourni 938 d'eau, 51 d'albumine, 0,5 de syntonine avec un peu de fibrine, et à peu près 10 de sels (*g*).

Dans l'hydrocèle, la sérosité est souvent encore plus chargée de matières organiques. Ainsi, dans trois analyses de ce liquide faites par M. Heller, l'albumine s'est trouvée dans les proportions de 52 à 60 millièmes (*h*). Dans un cas analogue, observé par M. Percy, la proportion d'albumine était de 59 pour 1000.

Au sujet de la présence de la fibrine dans la sérosité, je renverrai aussi aux observations de M. Delaharpe (*i*).

iherer, *Bericht über die Leistungen im Gebiete der pathologischen Chemie im Jahre* Canstatt's *Jahresbericht*, 1843, t. II, p. 133).
mon, *Animal Chemistry*, t. II, p. 492.
Percy, *Contributions to Pathology* (*London Medical Gazette*, 1844, 2ᵉ série, t. I, p. 611).
archand, *Untersuchungen einer hydropischen Flüssigkeit* (Poggendorff's *Annalen*, 1837, VIII, p. 356).
Willis, *On the Dropsy which follows Scarlatine* (*British and Foreign Medical Review*, . XIII, p. 262).
ödeker, *Pathologisch-chemische Mittheilungen aus den chem. Laborat. der physiol.* ı *Göttingen* (*Zeitschr. für rationnelle Med.*, 1855, 2ᵉ série, t. VII, p. 146).
. Simon, *Pathologisch-chemische Untersuchungen* (*Beiträge zur physiol. und pathol. und Mikroscopic*, 1844, t. I, p. 115).
eller, *Die Hydroceleflüssigkeit und die Resultate ihrer Zusammensetzung* (*Arch. für und pathol. Heilk.*, 1844, t. I, p. 215).
elaharpe, *De la présence de la fibrine dans la sérosité extraite du péritoine* (*Arch. gén.* ., 1842, 3ᵉ série, t. XIV, p. 174).

gements de ce genre. En effet, ce grand chimiste aurait trouvé que de l'eau salée peut être rendue douce par le seul fait de son passage à travers une couche de sable d'une épaisseur suffisante (1). M. Matteucci a vu aussi qu'une solution de carbonate de soude se dépouille d'une partie de son eau quand on la fait passer à travers un long tube rempli de sable (2); et l'on sait que certains corps poreux, tels que le charbon ordinaire, mais surtout le noir animal, exercent une action adhésive très inégale sur les substances qui les traversent, de façon à retenir les unes et à laisser passer les autres. D'après ces faits, on pourrait donc croire à la possibilité d'une action analogue qui serait exercée dans l'intérieur de l'organisme vivant par les molécules solides des parois vasculaires entre lesquelles le sérum doit serpenter pour arriver au dehors, et effectivement des recherches très intéressantes, qui ont été faites il y a peu d'années en Allemagne, et qui ne sont pas assez connues des physiologistes, prouvent que les membranes animales sont des filtres capables de trier jusqu'à un certain point les matières

(1) Cette expérience est citée par M. Matteucci (*a*) ; mais je n'en ai pas trouvé mention dans les ouvrages de Berzelius, et je regrette de ne pas en connaître tous les détails, parce que, au premier abord, on serait porté à n'y attribuer que peu d'importance et à supposer que le sable employé comme filtre était humide et a cédé de l'eau à la dissolution saline, de façon que le liquide qui passait se serait trouvé étendu, non pas à raison de l'abandon d'une portion de son sel, mais par suite d'une addition d'eau. Cependant si l'expérience a été réellement faite par Berzelius, à qui M. Matteucci l'attribue, cette cause d'erreur n'aurait pu exister sans avoir attiré l'attention de ce chimiste illustre, et du reste les faits dont je vais rendre brièvement compte rendent le résultat annoncé ici beaucoup moins difficile à admettre qu'on ne l'aurait supposé il y a quelques années.

(2) Dans l'expérience de M. Matteucci, une solution de carbonate, en passant à travers un tube long de 3 mètres et rempli de sable, augmente de densité dans la proportion de 1,005 à 1 (*b*).

(*a*) Matteucci, *Leçons sur les phénomènes physiques des corps vivants*, 1847, p. 29.
(*b*) Idem, *ibid.*

langées entre elles, tendent à les traverser, et cela indé- ment de toute action vitale ou même chimique. M. Hoppe taté que le sérum du sang, en filtrant à travers les anes organiques, change de composition. Le liquide se renferme à peu près la même quantité relative de s salines que celui dont il provient, et ces sels sont lans les mêmes proportions; mais la quantité d'albumine ucoup moindre (1). Par le seul fait de ce filtrage, le s'appauvrit donc, et se rapproche de la sérosité par sa ition chimique. Quant à la théorie physique de ce phé- , je ne puis la discuter en ce moment, et je me propose enir quand, en traitant de l'absorption et des sécrétions, à parler de l'influence que la diffusion des liquides et nose exercent sur le transport des matières constitutives neurs; mais je crois utile, dès aujourd'hui, de faire

me les tuniques des grosses nt trop épaisses pour être des expériences de ce genre, veines offrent trop de bran- Hoppe a fait usage de mem- les que des fragments de la l'uretère ou du péricarde. rqué qu'en général la per- de ces filtres pour l'al- accroît avec la durée de ce, ce qu'il attribue à la et à l'augmentation de la le la membrane. Pour dé- la quantité relative de ma- uminoïdes et salines tenues tion dans le sérum avant et ltration de ce liquide à tra- mbrane, il faisait évaporer ne quantité des deux liqui- , après avoir pesé le résidu incinéra pour connaître la proportion de matières minérales, et calculer par différence la quantité de substances organiques. Le sérum ayant été préalablement étendu d'eau, il obtint les résultats suivants pour 1000 parties de liquide :

Matières organiques du sérum. . . .	55,7
Matières organiques du liquide filtré.	41,6
— —	41,5
Cendres du sérum.	6,2
Cendres du liquide filtré.	6,3
— —	7,0

La légère augmentation apparente dans la proportion des matières salines s'explique par le fait même de la soustraction d'une portion des matériaux organiques du sérum; en effet, 1000 parties du liquide filtré correspondaient, quant à l'eau et aux sels, à environ 1014 parties de sérum (*a*).

pe, *Ueber seröse Transsudate* (Virchow's *Archiv für pathologische Anatomie und* 1856, t. IX, p. 260 et suiv.).

remarquer que, pour expliquer les résultats fournis par les expériences dont je viens de rendre compte, il suffirait d'admettre que l'attraction adhésive exercée par les parois des cavités capillaires des membranes organiques sur les liquides adjacents, attraction en vertu de laquelle ces tissus se laissent mouiller par ces mêmes liquides et s'en imbibent, est plus grande pour l'eau chargée de matières salines que pour les substances albuminoïdes qui se trouvent mêlées à cette eau et à ces sels dans le liquide complexe appelé *sérum*. Effectivement, s'il en est ainsi, la couche de liquide qui adhère aux parois de ces espaces capillaires sera de l'eau moins chargée d'albumine que le liquide situé vers leur centre, et la composition du mélange qui, sous l'influence d'une pression faible, traversera le filtre, sera modifiée d'autant plus fortement que la couche fluide ainsi attirée par les parois des canalicules de celui-ci sera considérable comparativement au volume du courant central qui échappe à cette influence. On conçoit donc la possibilité, non-seulement d'un certain appauvrissement dans les humeurs qui transsudent à travers une membrane organique privée de vie, mais de variations dans le degré de ces modifications, suivant que le filtre ainsi constitué sera d'une texture plus ou moins lâche, et offrira, par conséquent, des passages plus ou moins étroits. Or, nous n'avons aucune raison de croire que cette *filtration élective*, opérée par une membrane organique tirée d'un cadavre, ne s'effectuerait pas de la même manière si cette membrane était vivante, et, par conséquent, nous pouvons appliquer avec toute confiance ces résultats à la physiologie, et considérer la différence de composition existant entre le sérum du sang et la sérosité des cavités interorganiques comme étant due, en partie au moins, au fait même de la transsudation, et comme étant la conséquence d'une action physique (1).

(1) Il existe dans la science un grand nombre de faits épars qui me semblent être du même ordre que ceux dont il est ici question, et qui

ette sorte de tamisation des liquides est-elle la seule nt dépende la faible proportion des matières albumi- ntenues dans les humeurs fournies par la transsuda- ésite à le croire, et il me paraît nécessaire de cher- uelque autre action ne contribue pas à produire les obtenus par le travail physiologique dont l'étude nous i.

sant, dans une des premières Leçons de ce cours, chimique du sang, j'ai fait mention des expériences ntes de M. Mialhe sur les modifications que l'albumine ptible d'éprouver. Elles tendent à établir que cette , tout en paraissant dissoute, peut se présenter sous

it, de la part des chimistes plus d'attention qu'ils ne accordé jusqu'ici. L'action exercée avec divers de- sance sur les différents gaz bon de bois, l'éponge de ; le pouvoir décolorant du l dont on fait un si grand l'industrie, et la propriété de certains sels pour les mmoniacales et peut-être r diverses substances sa- ndent probablement de la e qui, dans un tube capil- le ménisque terminal d'une au concave, tandis que ce- lonne de mercure est con- ercure ne mouille pas le is que la surface de cette bstance contracte une cer- ence avec de l'eau, et se sorte mouiller par ce li- conçoit donc que si un 'eau et de mercure était avers un système de tubes ou ce qui revient au même, les cavités interstitielles mbrane organique, telle qu'une peau de chamois, l'eau s'en- gagerait plus facilement dans ces con- duits étroits que ne le ferait le mer- cure, et passerait plus vite. Une opé- ration que l'on pratique souvent sur le mercure de nos cuves pneumati- ques, mais qui est trop vulgaire pour que l'on y fasse grande attention, montre qu'effectivement il en est ainsi. On sait également qu'en faisant passer à travers un filtre imbibé d'un corps gras de l'alcool qui est mêlé à de l'huile essentielle, on peut retenir la totalité ou la majeure partie de cette dernière substance et purifier l'esprit-de-vin. Dans cette opération, il ne paraît cependant se développer aucune réaction chimique, et l'essence n'est arrêtée au passage que parce qu'elle adhère au corps gras plus que ne le fait l'alcool. Or, le filtrage électif effectué par les membranes animales quand elles livrent facilement passage à l'eau et aux matières salines qui sont dissoutes, c'est-à-dire mêlées à ce liquide, tandis qu'elles ne se lais- sent que difficilement traverser par les substances albuminoïdes, me pa-

deux formes que la chimie ne distingue pas, mais qui diffèrent sous le rapport physique ; car, dans un cas, elle traverserait facilement les tissus organiques, tandis que dans l'autre cas elle serait retenue par ces espèces de filtres. Ce chimiste en conclut que l'albumine de la première espèce, qu'il appelle *albumine modifiée*, est bien réellement à l'état fluide, tandis que la seconde variété, qui est l'albumine ordinaire, est à l'état globulaire, en suspension et non en dissolution, dans les liquides qui la renferment (1). Or, l'albumine du sérum du

rait être un phénomène analogue à tous ceux dont je viens de parler. Les forces qui entrent ici en jeu me semblent être intermédiaires à celles qui d'un côté touchent à l'attraction newtonienne, et qui déterminent la cohésion des corps similaires, et aux forces chimiques qui déterminent un rapprochement plus intime et un certain mode de groupement entre les molécules hétérogènes. Il est probable qu'elles jouent un grand rôle dans beaucoup de phénomènes naturels, et, par exemple, contribuent à donner au sol arable la grande fertilité qui s'y remarque parfois. Depuis quelques années les chimistes qui s'occupent d'agriculture ont constaté un grand nombre de faits dont je pourrais arguer ici pour montrer comment le phénomène essentiellement mécanique de la filtration peut influer sur la constitution des liquides que le sang abandonne pendant son cours à travers les tissus perméables de l'économie animale. Ainsi on a reconnu que la terre de bonne qualité possède la propriété de retenir certaines substances salines et organiques qui se trouvent en dissolution dans l'eau qui la traverse ; que les produits ammoniacaux, par exemple, se trouvent condensés de la sorte en quantité considérable, et M. Liebig, qui vient de publier des observations très intéressantes sur ce sujet si important pour l'agronomie, considère cette fixation de matières étrangères comme ne devant pas être attribuée seulement à des forces chimiques, et comme étant en partie au moins comparable aux effets produits par le charbon animal (a). J'ajouterai que l'on doit à M. Chevreul la connaissance de beaucoup de faits qui tendent également à prouver que les tissus organiques peuvent exercer une action élective sur les liquides dont ils s'imbibent, et que ce chimiste célèbre a mis en évidence le rôle que cette espèce d'*affinité capillaire* peut remplir dans le travail sécrétoire dont les êtres vivants sont le siége (b).

(1) Lorsque je traiterai de l'absorption, j'aurai à revenir sur les expériences et sur les vues de ce chimiste, dont les recherches ont été résumées dans une publication ré-

(a) Liebig, *Ueber einige Eigenschaften der Ackerkrume* (*Ann. der Chemie und Pharm.*, 1858, 2e série, t. XXIX, p. 109).

(b) Chevreul, *Recherches chimiques sur la teinture*, 9e mém. (*Mém. de l'Acad. des sciences*, 1854, t. XXIV, p. 432 à 508).

sang est précisément cette albumine qui, dans les circonstances ordinaires, d'après M. Miahle, ne traverserait que peu ou point les membranes organisées. Il serait donc facile de comprendre que les tuniques vasculaires, dans leur état normal, pussent laisser transsuder de l'eau chargée des sels et de la petite quantité de caséine soluble ou d'albuminose qui se trouvent dans le sérum, et retinssent l'albumine, comme nous les voyons retenir les globules hématiques. Dans cette hypothèse, tout s'expliquerait à l'aide de la théorie mécanique de la transsudation que nous avons vue réunir déjà en sa faveur tant de faits significatifs. Pour que le liquide filtré par les tuniques vasculaires soit extrêmement pauvre en matières organiques, il suffirait que le sérum du sang, tout en étant riche en albumine ordinaire, ne contînt que très peu d'albumine modifiée, c'est-à-dire d'albumine éminemment fluide, condition qui d'ordinaire paraît se trouver réalisée ; et l'augmentation de la proportion de cette variété de la matière protéique dans le liquide nourricier nous rendrait compte de la présence d'une quantité plus grande de cette même substance dans la sérosité des espaces interorganiques.

Quant à l'existence d'une quantité, même assez considérable, d'albumine ordinaire dans les liquides transsudés, nous en comprendrions également bien la possibilité si les tissus des parois des vaisseaux qui font office de filtres devenaient plus lâches qu'ils ne le sont dans leur état normal ; car alors les particules de cette albumine non modifiée, au

cente (*a*) ; mais je dois faire ici toutes réserves au sujet de la théorie que M. Mialhe donne de l'arrêt de l'albumine ordinaire par les membranes organiques ; rien ne me semble autoriser à croire que cette substance soit à l'état globulaire et en suspension, au lieu d'être en dissolution, et les phénomènes observés s'expliquent également bien en supposant seulement que la matière en question mouille moins facilement ces tissus animaux que ne le fait l'albumine modifiée.

(*a*) Mialhe, *Chimie appliquée à la physiologie et à la thérapeutique*, 1856, p. 134 et suiv.

lieu d'être en majeure partie arrêtées par ces membranes, les traverseraient plus ou moins rapidement, et, suivant le degré de facilité avec lequel leur passage s'effectuerait, l'eau du sérum, en s'épanchant au dehors, entraînerait une proportion plus ou moins grande de cette substance protéique. Si la perméabilité des tissus vasculaires venait à augmenter encore, on devrait s'attendre à voir le liquide qui transsude emporter non-seulement de l'albumine, mais aussi de la fibrine, qui semble se trouver en suspension dans le sérum dans un état de division moins grande que l'albumine. Enfin, en se fondant toujours sur cette même théorie mécanique de la transsudation, on concevrait la possibilité du passage des globules hématiques eux-mêmes au travers des parois vasculaires, si ceux-ci, en perdant de leur densité, devenaient des filtres un peu plus lâches.

Relations entre le degré de richesse du sang et des liquides épanchés.

§ 9. — Ces vues nous permettent aussi de coordonner systématiquement d'autres faits que nous révèle l'étude des liquides épanchés, soit dans les aréoles du tissu conjonctif, soit dans les grandes cavités séreuses.

Effectivement, si l'explication du mécanisme de la production de la sérosité que je viens de développer est l'expression de la vérité, nous devons nous attendre à trouver que non-seulement les liquides épanchés de la sorte varieront dans leur composition chez les divers individus, ainsi que chez le même individu suivant les changements qui s'effectueront dans l'état général de son organisme, mais seront rarement identiques dans les différentes parties du corps lorsqu'elles se produiront simultanément (1); car il serait difficile de supposer que

(1) On sait, par les expériences de M. W. Schmidt sur la filtration de l'eau et des dissolutions salines au travers des membranes animales, que le degré d'extension ou de contraction du tissu organique exerce beaucoup d'influence sur la rapidité de la transsudation (a); mais je ne connais pas de faits qui

(a) Wilibald Schmidt, *Versuche über Filtrationsgeschwindigkeit verschiedener Flüssigkeiten durch tierische Membran* (Poggendorff's *Annalen der Physik und Chemie*, 1856, t. XCIX, p. 337).

; le système vasculaire pourrait offrir exactement le degré de perméabilité normale, et éprouverait à la fois utes ses parties les modifications physiques qui paraissent influer sur leur degré de porosité. Or, toutes ces variae constatent par l'analyse chimique des liquides épanet la discussion des résultats obtenus de la sorte fournit veaux arguments en faveur de la théorie que je viens de ter.

i, en comparant les faits isolés fournis par les recherches sieurs chimistes, M. Lehmann est arrivé à cette conclu- ie, toutes choses étant égales d'ailleurs, le liquide épana d'autant plus riche en albumine que le passage du sang s capillaires aura été retardé davantage, et ce retard, nous le savons, est une des circonstances qui tendent ienter la poussée de ce liquide contre les parois des ux où il se trouve emprisonné (1). Influence de la pression artérielle.

elles recherches de M. Schmidt, entreprises à l'occasion études sur le choléra, tendent à établir aussi que, lorsque litions physiologiques ne varient pas, chaque système de ux capillaires fournit ordinairement de la sérosité dont la Influence de la nature des tissus filtrants sur la richesse des liquides épanchés.

directement l'influence de é des membranes sur le pasportionnel des matières albu- et salines, et c'est par le nent seulement que je suis dire que cela doit être. orsque la circulation dans les bdominales est obstruée par ce de tumeurs volumineuses, ehmann, nous trouvons que des transsudés contiennent forte proportion d'albumine les cas où le cours du sang vaisseaux est entravé par cles mécaniques moins considérables, tels que les affections hépatiques qui sont accompagnées d'une contraction du parenchyme du foie, etc. Lorsque le trouble déterminé dans la circulation du sang dans une certaine portion du système capillaire devient très considérable, comme dans l'hypérémie inflammatoire, l'épanchement devient beaucoup plus riche en albumine, et, effectivement, dans les cas où la sérosité contient de la fibrine, nous trouvons, terme moyen, beaucoup plus d'albumine que dans ceux où l'infiltration est dite *séreuse* (*a*). »

ann, *Lehrbuch der physiol. Chemie*, 1853, t. II, p. 275.

richesse en albumine ne varie que peu ; mais que, sous ce rapport, il existe entre ces divers systèmes des différences assez grandes. Ainsi, toutes choses paraissant égales d'ailleurs, ce physiologiste a vu que ce sont les vaisseaux de la plèvre qui laissent suinter la sérosité la plus chargée d'albumine ; que dans le péritoine le liquide épanché renferme un peu moins de cette substance ; que dans la cavité crânienne cette proportion est encore plus faible, et que c'est dans le tissu cellulaire sous-cutané qu'elle descend le plus bas (1).

Il paraîtrait aussi que l'âge des tissus organiques à travers lesquels la sérosité s'épanche est susceptible d'influer sur la

(1) M. Schmidt a observé ces différences chez le même individu (*a*). Le malade était atteint d'albuminurie, et l'albumine se trouvait dans les proportions suivantes :

Liquide de la plèvre . .	2,85 pour 100.
— du péritoine . .	1,13
— crânien	0,80
— du tissu conjonctif sous-cutané. . . .	0,36 (*b*)

Chez un homme qui était adonné à l'ivrognerie et qui avait une affection organique du foie, M. Lehmann a trouvé une gradation analogue, savoir :

Dans le liquide de la plèvre. .	1,85 d'alb.
— du péricarde .	1,06
— du péritoine. .	1,04
— des ventricules cérébraux. .	0,56

MM. A. Becquerel et Rodier ont publié des observations analogues (*c*). Chez un homme qui avait succombé à la maladie de Bright, ils ont trouvé :

	EAU.	ALBUMINE.	MATIÈRES EXTRACTIVES.
Dans le liquide péritonéal.	985,57	11,88	2,55
— extrait de la plèvre	989,69	8,36	1,95
— tiré des extrémités inférieures infiltrées	993,17	5,38	1,45

(*a*) L'ouvrage important dans lequel M. Schmidt a consigné ses recherches sur la composition des produits de la transsudation, a paru sous deux titres différents : *Charakteristik der epidemischen Cholera gegenüber verwandten Transsudationsanomaleen*, — et *Zur Kenntniss des vegetiven Lebens*, 1850, t. I.

(*b*) Schmidt, *Op. cit.*, p. 146.

(*c*) A. Becquerel et Rodier, *Traité de chimie pathologique*, p. 512.

mposition de ce liquide, et que la proportion d'albumine qui anssude ainsi dans les jeunes membranes dont le tissu est licat est plus considérable que dans les mêmes parties à e période avancée de leur développement. Ainsi, M. Lehann a fait remarquer qu'en général la liqueur amniotique, ui est une exsudation produite par les vaisseaux des enveloppes u fœtus, est plus riche en matières organiques dans les premiers temps de la gestation que vers l'époque où l'accouchement doit arriver et où ces membranes doivent cesser exister (1).

(1) Pour établir cette relation entre l'âge de l'amnios et la qualité du liquide contenu dans cette poche, M. Lehmann se fonde sur trois analyses qui lui sont propres (*a*) et sur un certain nombre de résultats isolés obtenus par d'autres chimistes. Ainsi M. Vogt a trouvé dans le liquide amniotique provenant d'une femme dont la grossesse n'était que de quatre mois, 14,46 millièmes de matières albuminoïdes (savoir : albumine, 10,77 ; matières extractives, 3,69), il a obtenu seulement 7,01 de matières organiques (savoir : albumine, 6,67, et matières extractives, 0,34) dans un cas de grossesse à six mois (*b*).

M. Scherer a trouvé dans les eaux de l'amnios à huit mois de gestation :

Albumine et mucus	7,67
Matières extractives	7,24
Sels	9,25
Eau	975,84

A terme, ce produit utérin lui a fourni :

Albumine et mucus	0,82
Matières extractives	0,60
Sels	7,06
Eau	991,47 (*c*)

Dans deux analyses faites également à neuf mois, M. Mack a obtenu les résultats suivants :

	N° 1.	N° 2.
Eau	985,14	986,10
Albumine	3,70	2,64
Extrait alcoolique	5,25	4,75
Extrait aqueux	4,65	4,35
Matières grasses	1,25	0,13
Sels solubles	7,61	7,56
Sels insolubles	1,72	1,67 (*d*)

Enfin, dans les eaux de l'amnios examinées vers sept mois de la gestation par M. Rees, l'albumine s'est trouvée dans la proportion de 5,9 à 2,4 pour 1000 (*e*).

(*a*) Lehmann, *Lehrbuch der physiologischen Chemie*, 1853, t. II, p. 275.
(*b*) Vogt, *Op. cit.* (*Annalen der Pharmacie*, 1836, t. XXVIII, p. 338).
(*c*) Scherer, *Chemische Untersuchung der Amniosflüssigkeit des Menschen in verschiedenen Perioden ihres Bestehens* (*Zeitschr. für wissensch. Zoologie*, 1849, t. I, p. 92).
(*d*) Mack, *Einige Beiträge zur Kenntniss der Amniosflüssigkeit* (Heller's *Arch. für physiol. und pathol. Chemie und Mikroscopie*, 1845, t. II, p. 218).
(*e*) Rees, *Analysis of the Liquor Amnii* (*London Medical Gazette*, 1838-1839, p. 46).

Influence de la composition du sang sur celle de la sérosité.

J'ajouterai que la composition chimique du sang exerce également une influence assez grande sur la richesse aussi bien que sur la quantité des liquides épanchés, mais dans un sens inverse. C'est quand le sérum est peu chargé d'albumine, ai-je dit, que la transsudation est la plus facile ; mais la sérosité qui

Proportion d'albumine.

se forme dans ces circonstances est plus pauvre en principes organisés que celle que fournissent les vaisseaux renfermant un sang où l'albumine abonde (1).

Présence de glycose, d'urée, etc., dans la sérosité.

Quand le sang est très chargé de glycose, comme cela se voit chez les diabétiques, on peut rencontrer aussi cette espèce de sucre dans la sérosité épanchée, soit dans les cavités intérieures, soit à la surface extérieure du corps (2).

(1) Cette relation entre la richesse du sang et des liquides qui constituent les épanchements hydropiques a été signalée par M. Andral et remarquée aussi par M. Lehmann. Ainsi le premier de ces physiologistes, en examinant la composition du sérum obtenu dans des cas d'ascite par plusieurs ponctions successives pratiquées chez le même individu, a trouvé que la proportion d'albumine et des autres matières organiques y diminue à mesure que la maladie s'avance. La sérosité obtenue par la vésication de la peau lui a fourni plus d'albumine que tout autre produit analogue; mais là encore la proportion des principes organiques lui a paru diminuer chez les individus qui étaient affaiblis par de longues souffrances (*a*). M. Lehmann est arrivé à la même conclusion en comparant les épanchements qui se font dans la même cavité, sous l'influence d'une maladie du cœur ou du foie, lorsque le sang est riche en albumine, et chez des individus où ce liquide est très appauvri, comme cela se voit souvent dans les cas d'albuminurie, de cancer, de phthisie pulmonaire, etc. (*b*).

(2) Ainsi, M. Claude Bernard a trouvé de la glycose dans le liquide du péricarde chez un diabétique qui était mort subitement (*c*). M. Grohé a obtenu le même résultat dans deux cas de péricardite (*d*), et M. Wurtz a reconnu la présence de cette substance dans la sérosité fournie par un vésicatoire chez une personne affectée de la même maladie (*e*).

(*a*) Voyez Monneret et Fleury, *Compendium de médecine pratique*, 1841, t. IV, p. 622.

(*b*) Lehmann, *Handbuch der physiol. Chemie*, 1853, t. II, p. 275.

(*c*) Cl. Bernard, *Autopsie d'un diabétique* (*Compt. rend. de la Soc. de biologie*, 1849, p. 81).

(*d*) Grohé, *Zur Kenntniss der pathologischen Exudate in Höhlungen der Pleura und Pericardiums* (*Verhand. der Phys. med. Gesellsch. in Würzburg*, 1854, t. IV, p. 147).

— Voyez aussi les observations de Frerich sur la présence du sucre dans la sérosité des hydropiques (*Weiner med. Wochenschr.*, 1854).

(*e*) Wurtz, *Présence du glucose dans la sérosité d'un vésicatoire posé à un diabétique* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1850, p. 4).

des cas d'ictère on a constaté la présence du pigment dans des dépôts hydropiques (1).
ie, qui se trouve toujours en petite quantité dans le sang, rencontrer aussi dans les liquides épanchés dans les s cavités du corps (2).
ı, on a reconnu également que, dans certains états giques où il existe des produits ammoniacaux dans le), il s'en est trouvé aussi dans les humeurs fournies ranssudation (4).

ıs tous les cas d'hydropisie ıte d'une maladie du foie, Lehmann a étudiés sous ce ce chimiste a reconnu l'exis- s acides résineux de la bile sérosité ; mais, dans les cas chement était dû à une ma- cœur et n'était pas accom- ın état pathologique du foie, :ouvert dans ces liquides au- :e de ces produits de la sé- liaire (*a*).
leux cas d'hydrocèle, il a ıssi des traces de matières s et colorantes de la bile sérosité des bourses, bien eût chez ces malades aucun e d'une affection hépatique. r a trouvé du glycocholate dans divers liquides en putréfaction provenant d'hydrocèles (*b*).

(2) M. Marchand a découvert de l'urée dans la sérosité péritonéale (*c*), et Fr. Simon a constaté un fait analogue (*d*). M. Schmidt a trouvé cette substance dans le liquide arachnoïdien chez un hydrocéphale (*e*), et, dans un cas d'albuminurie, M. Schlossberger en a aperçu dans le liquide épanché dans les ventricules cérébraux (*f*). M. Millon (*g*), ainsi que MM. Marchand et Wöhler, en ont trouvé dans les humeurs de l'œil (*h*). Enfin M. Wöhler (*i*), et, plus récemment, M. J. Regnault, en ont constaté la présence dans l'eau de l'amnios (*j*).

(3) Voyez ci-dessus, tome I, p. 206.

(4) D'après M. Schmidt, la présence de matières ammoniacales dans

ıann, *Handb. der physiol. Chemie*, t. II, p. 279.
, *Die Hydrocelefliissigkeit und die Resultate ihrer Zusammensetzung* (*Archiv für d pathol. Chemie*, 1841, t. I, p. 215).
ıand, *Ueber das Vorkommen des Harnstoffes im thierischen Körper* (*Journ. für prakt.* 37, t. XI, p. 458).
: ci-dessus, p. 420, note.
idt, *Charakteristik der epidemischen Cholera*, p. 124.
sberger, *Chemical Gazette*, 1845, p. 302.
ı, *Sur la présence de l'urée dans l'humeur vitrée de l'œil* (*Comptes rendus de des sciences*, t. XXVI, p. 121).
ler, *Harnstoff im Humor vitreus* (*Journ. für prakt. Chemie*, 1848, t. XLIV, p. 245).
ff *im Auge* (*Journ. für prakt. Chemie*, 1849, t. XLVI, p. 384).
ler, *Harnstoff im Fruchtwasser* (*Journal für prakt. Chemie*, 1846, t. XXXVIII,

gnault, *Sur le liquide amniotique de la femme* (*Comptes rendus de l'Académie des* 850, t. XXXI, p. 218).

Sels inorganiques.

Quant aux sels inorganiques qui sont tenus en d
dans la sérosité, ils sont en général non-seulement l
que ceux qui existent dans le sérum du sang, mai
mêlés à peu près dans les mêmes proportions respe
seulement ils sont presque toujours moins abondants
le fluide nourricier (2).

la sérosité ne serait pas rare chez les hydropiques affectés d'albuminurie (*a*).

(1) M. Schmidt a trouvé une exception remarquable à cette règle dans le liquide qui transsude du plexus choroïdien et qui s'épanche dans les ventricules latéraux du cerveau. Le liquide céphalo-rachidien fourni par la pie-mère et l'arachnoïde contient le même mélange salin que le sérum du sang; mais, dans la sérosité ventriculaire, ce mélange renferme un grand excès de phosphates et de sels à base de potasse, de façon à se rapprocher beaucoup de ce qui existe dans les globules hématiques du sang (*b*). Cela dépend-il de l'existence d'une véritable sécrétion dans cette partie de l'encéphale, ou bien de ce que là il y aurait dans les vaisseaux dont naissent les plexus choroïdiens une grande consommation des matières organiques constitutives des globules du sang? Dans l'état actuel de la science, cette question n'est pas soluble.

(2) Si, au lieu de comparer les matières salines entre elles dans le sérum du sang et dans la sérosité des hydropiques, on les considère
rapports avec l'eau et ave
on remarque entre les flu
culation et les liquides é
différences très grandes.
quantité d'eau contient e
presque autant de sels de
tre, tandis que la propor
mine, comme nous l'avo
s'abaisse en général beau
sérosité. Dans les épanche
gés de fibrine, la proport
solubles ne varie généra
entre 0,73 et 0,82 pour
que dans le sérum du s
elle est d'environ 0,85 p
Mais, ainsi que nous l'a
leurs, cette proportion
général chez les malades
mentation est insuffisante (
sérosité des hydropisies
la proportion de ces mati
est souvent beaucoup plu
rable, et s'élève parfois
même à 0,95 pour 100,
dépasser celle du sérum
mais il est à remarquer
ces affections le sang est
riche en substances inorga
dans l'état normal (*e*). Da

(*a*) Voyez Lehmann, *Lehrb. der physiol. Chemie*, t. II, p. 285.
(*b*) Schmidt, *Charakteristik der epidemischen Cholera*, p. 148.
(*c*) Lehmann, *Lehrbuch der physiol. Chemie*, t. II, p. 282.
(*d*) Voyez ci-dessus, t. I, p. 287.
(*e*) Schmidt, *Charakter. der epidem. Cholera*, p. 143.

si à noter que la composition chimique des liquides eut être modifiée après leur sortie des vaisseaux soit par les effets de l'absorption d'une certaine leur eau, soit par leur mélange avec des matières d'une autre source : par exemple, d'une sécrétion veloppée dans quelque partie adjacente (1). **Modifications consécutives de la sérosité.**

es principes salins dans panchés paraît tenir à d'une partie de l'eau, le faire voir.

ngements dans la conique de la sérosité, qui e dus à la résorption de ses matériaux conemarquent principales cavités closes et peu ce liquide séjourne s, et ces changements ne diminution dans la l'eau et des matières nt expliquer de la sorte on des humeurs qui se ns les cas d'hydrocèle, e l'ovaire, etc. Mais, les liquides altérés de nt une partie de leur mélange avec des proque sécrétion morbide s excitée par le seul résence et qui, d'auend de quelque autre

ı fait remarquer que les téiques, qui sont d'ordues dans les analyses *matières extractives*, il plus abondantes dans hydropiques que dans ıal, et il pense qu'elles partie au moins, à des modifications qui s'opéreraient dans les matériaux constitutifs des liquides épanchés après leur sortie des vaisseaux. Mais, pour donner de la valeur à cette hypothèse, il faudrait comparer la composition chimique de la sérosité, non pas à celle du sang normal, mais à celle du sérum du malade dont provient le premier de ces liquides, comparaison qui n'a été que rarement faite. Il est néanmoins à noter que M. Lehmann trouve qu'en général, la proportion de ces produits albuminoïdes est plus grande dans les épanchements anciens que dans ceux dont la formation est récente (*a*).

L'influence que la résorption d'une portion plus ou moins considérable de l'eau épanchée dans les cavités interorganiques peut exercer sur la proportion des substances salines en dissolution dans la sérosité des hydropiques paraît être considérable, et nous explique certaines particularités constatées par l'analyse chimique. Ainsi M. Ch. Schmidt a trouvé que dans les cas où la transsudation interne dont résulte l'hydropisie est accompagnée ou suivie d'une excrétion abondante de liquides albumineux, comme dans la maladie de Bright, la proportion des sels augmente beaucoup dans la sérosité et y dépasse

ehrbuch der physiol. Chemie, t. II, p. 277.

Il est probable que la plus grande partie de la fibr
dans certains cas pathologiques, se trouve dans ces l
ne provient pas directement du plasma sanguin et se fo
place (1) ; telle est aussi l'origine des corpuscules de

quelquefois celle qui existe dans les autres humeurs de l'économie (a).

C'est aussi de la sorte qu'on peut se rendre compte d'un léger accroissement de la quantité de matières fixes trouvées dans la sérosité péritonéale, par M. Hoppe, chez un malade qui, étant affecté d'albuminurie, subit la ponction trois fois dans l'espace d'un mois (b).

(1) La distinction que M. Vogel et quelques autres pathologistes ont établie entre les hydropisies dites *séreuses* et les hydropisies *fibrineuses* me paraît en parfait accord avec les données de la physiologie. Dans les premières, que je préférerai appeler *hydropisies simples*, le liquide épanché a tous les caractères de la sérosité normale ; il ne contient pas de fibrine, et sa transparence n'est troublée que par la présence de quelques débris d'épithélium et autres corpuscules étrangers tenus en suspension, mais n'appartenant réellement pas à ce produit. Dans les *hydropisies complexes*, ou hydropisies fibrineuses, le sérum a d'autres propriétés qui sont dues à la présence d'une proportion considérable de fibrine ; en général, il se coagule spontanément, mais d'une manière lente, lorsqu'on le retire du corps ou même pendant qu'il est encore dans l'int
l'organisme. M. Vogel sup
le liquide aqueux des hy
simples provient des veines
pas le résultat d'une tra
mécanique seulement, mai
que phénomène endosmotiq
inconnu ; tandis que le liq
neux des hydropisies comp
rait du plasma provenant di
du sang et épanché par
laires (c) : mais cette opini
paraît pas admissible. Dan
cas, c'est bien certainement
les parois des vaisseaux
que la plus grande partie,
totalité de l'eau épanchée,
du sang pour pénétrer dans l
interorganiques circonvoisi
il me paraît probable que la
partie de la fibrine que l'
mêlée au sérum ordinaire
cas d'hydropisies complexe
pas de l'intérieur du systèm
toire, et se forme sur place
dire à la surface libre des
limitent ces espaces infiltrés.

Quoi qu'il en soit, la prop
fibrine contenue dans ces liq
en général inférieure à cell
trouve dans le plasma du san
dans plusieurs cas d'empy
servés par MM. Quevenne,

(a) Schmidt, *Charakter. der epidem. Cholera*, p. 147.
(b) Hoppe, *Ueber seröse Transsudate* (*Archiv für pathologische Anatomie und Pl*
1856, t. IX, p. 250).
(c) J. Vogel, *Traité d'anatomie pathologique générale*, trad. de l'allemand par Jourd
et suiv.).

que parfois dans ces humeurs; et je suis porté à plusieurs autres substances qui s'y montrent excep-ent en dissolution proviennent de quelque source (1). Mais ce sont là des questions qu'il serait préma-scuter en ce moment, et que nous ne pourrons

elle ne s'est pas élevée 1,8 pour 1000 (*a*). Mais e la sérosité provenant pisie ascite, et due à t exacte, dans certains passerait de beaucoup car ce chimiste annonce é dans ce produit, sur

. . . .	8,33
. . . .	2,96
ctives.	0,78
ubles.	0,21 (*b*)

, cette fibrine se coagule t que celle du plasma, ues cas on l'a vue ne se gelée que vingt-quatre son exposition à l'air. noter que la proportion grasses qui s'y trouve en général plus grande ng, et quelquefois l'o-re de ces substances est exemple, la graisse qui bondante dans l'eau de la fin de la gestation, provient de la sécrétion cutanée du fœtus.

Les globules du pus qui se montrent souvent dans les exsudations circumvasculaires sont aussi des produits d'un travail inflammatoire local et ne viennent pas de l'intérieur des vaisseaux. M. Lebert a publié à ce sujet de très bonnes observations sur lesquelles je reviendrai quand je traiterai des sécrétions morbides (*c*).

(1) Dans quelques circonstances très rares le sang présente des caractères d'acidité dus probablement à la présence d'un excès d'acide lactique, dans quelques cas de fièvre puerpérale, par exemple (*d*) ; et alors les liquides fournis par transsudation peuvent présenter une réaction analogue. Mais, quand le sang est, comme d'ordinaire, alcalin, on ne rencontre que très rarement des traces d'acidité dans la sérosité, et, quand on en découvre, cela paraît tenir au mélange de ce liquide avec les produits de la fermentation butyrique des matières grasses opérée hors des vaisseaux sanguins

Résumé de deux analyses de liquides tirés de la plèvre par l'opération de l'em- e pharmacie, 1857, t. XXIII, p. 551).
em. und mikroscop. Untersuchungen zur Pathologie, p. 106.
it., p. 42.
, au sujet de ces liquides fibrineux, l'ouvrage de MM. A. Becquerel et Rodier (*Traité gique*, p. 516 et suiv.).
Vorkommen von Faserstoff in einer hydropischen Flüssigkeit (Müller's *Arch. ysiol.*, 1838, p. 97).
siologie pathologique, art. *De l'exsudation et de la suppuration*, 1845, t. I,
andb. der phys. Chemie, t. II, p. 282.

aborder utilement qu'après avoir étudié les caractères du travail sécrétoire. Je me bornerai donc à signaler ici cette cause de complication en quelque sorte accidentelle, me réservant d'y revenir dans la suite de ces Leçons.

Influence de la transsudation sur les pertes par évaporation.

§ 10. — Ainsi tout s'accorde à nous montrer que chez l'Homme et tous les Animaux supérieurs, les parois du système circulatoire, bien qu'elles n'offrent à nos yeux ni fentes ni ouvertures quelconques, sont en réalité formées de tissus dont la porosité leur permet non-seulement de s'imbiber des liquides qui les baignent, mais de laisser filtrer ceux-ci à travers leur substance. Cette transsudation a tous les caractères d'un phénomène essentiellement physique, mais ses résultats sont subordonnés aux conditions dans lesquelles il s'effectue, et ces conditions, à leur tour, peuvent varier suivant l'état physiologique de l'organisme. Le travail qui s'accomplit de la sorte est donc soumis en partie aux forces vitales, et les circonstances

ou avec les produits de la sécrétion des glandes sudorifiques, comme dans quelques cas de suette (*a*). Dans les maladies phlycténeuses ordinaires de la peau, comme dans les cas de pemphigus et d'inflammation due aux vésicants, par exemple, la sérosité est alcaline.

Il me paraît probable qu'il faut attribuer aussi à une sécrétion extravasculaire la cholestérine qui se trouve parfois en si grande abondance dans la sérosité, qu'elle s'y dépose sous la forme de paillettes cristallines, ou donne même au produit tout entier une consistance pâteuse. Cela se voit principalement dans l'hydropisie de l'ovaire et dans l'hydrocèle (*b*). Il est aussi à remarquer que les plexus choroïdiens se couvrent quelquefois de petites concrétions de la même substance. En général, cependant, les liquides épanchés ne contiennent que des traces très faibles de cholestérine. Nous verrons ailleurs que cette substance grasse non acidifiable se produit souvent en abondance dans les tissus anormaux.

(*a*) Voyez à ce sujet :
— Curling, *A Practical Treatise on the Diseases of the Testis*, etc., 1843, p. 123.
— Morin, *Examen chimique d'un liquide formé par une tumeur enkystée qui avait son siège dans l'abdomen chez une femme* (*Journal de chimie médicale*, 1825, t. I, p. 276).
— Henry, *Existence de la cholestérine dans des liquides fournis, 1° par l'hydropisie de l'ovaire, 2° par l'ascite* (*Journal de chimie médicale*, 1825, t. I, p. 280).
— Braconnot, *Examen chimique de l'urine d'un ictérique et d'un liquide épanché dans le bas-ventre* (*Journal de chimie médicale*, 1827, t. III, p. 480).

(*b*) Scherer, *Chem. und mikroscop. Untersuch. zur Pathol.*, p. 147 et suiv.

qui influent sur sa marche sont trop nombreuses et souvent trop peu connues pour que nous puissions nous rendre compte de tous les faits particuliers que nous révèle l'étude de cette fonction; mais c'est en invoquant les lois de la physique que l'on s'explique tous les points les plus importants de son histoire. Nous verrons plus tard que l'extravasation des parties les plus fluides du sang, effectuée de la sorte d'une façon toute mécanique, contribue à l'accomplissement de beaucoup d'autres actes physiologiques, et joue même un grand rôle dans les sécrétions qui dépendent de forces d'un autre ordre. Ce serait prématuré de chercher à faire ici la part de la transsudation dans les diverses fonctions où elle n'intervient que d'une manière secondaire; mais il est un phénomène important qui en est une conséquence directe, et sur lequel il sera bon de porter en ce moment notre attention : c'est l'évaporation, qui, à chaque instant, s'effectue par tous les points de la surface des corps vivants.

§ 11. — En parlant des expériences de Lacauchie sur l'hydrotomie, j'ai fait remarquer que l'eau injectée dans l'appareil circulatoire sous une certaine charge, non-seulement s'en échappe et se répand dans toutes les parties du cadavre, mais encore vient suinter à la surface de la peau et s'écouler au dehors. Chez les êtres vivants, les liquides ne sont pas poussés vers le dehors avec la même force, et la peau, revêtue de son épiderme, oppose à leur passage de grands obstacles; mais cette membrane tégumentaire est toujours imbibée d'une certaine quantité de sérosité fournie par les parties sous-jacentes, et par conséquent, si tout ce que j'ai dit relativement à la nature mécanique des phénomènes de transsudation et d'exsudation est vrai, nous devons voir une partie de l'eau ainsi répandue dans l'organisme se dissiper au dehors à l'état de vapeur, comme dans tout autre corps qui serait perméable à ce liquide et qui en renfermerait; nous devons trouver aussi que la marche de Pertes par évaporation.

cette évaporation est soumise aux mêmes influences que dans le règne inorganique, et que les pertes subies de la sorte par l'économie animale sont réglées par les conditions physiques dans lesquelles le phénomène s'accomplit.

La vapeur aqueuse qui se dégage sans cesse de la surface de la peau et des autres membranes organiques en contact avec l'air constitue la majeure partie de l'exhalation que les anciens physiologistes appelaient la *transpiration insensible*, parce que d'ordinaire les produits n'en sont pas visibles comme ceux de la transpiration proprement dite ou sueur. L'étude de cette espèce particulière d'excrétion a occupé pendant longtemps plusieurs physiologistes, parmi lesquels il faut citer en première ligne Sanctorius, Dodart, Keil, de Gorder et Lenning (1); mais ce sont surtout les expériences méthodiques et logiquement combinées de mon frère, William Edwards, qui nous ont fait connaître les lois de ce phénomène. J'ai déjà rendu compte de ces recherches lorsque j'ai traité du travail respiratoire (2). Je me bornerai donc à rappeler ici les principaux résultats obtenus de la sorte, et à montrer l'accord parfait qu'ils offrent avec ceux auxquels nous venons d'arriver par l'étude de la transsudation intérieure.

Influence du degré de saturation du corps sur la marche de la transpiration.

Nous avons vu d'abord que, toutes choses étant égales d'ailleurs, les pertes par évaporation sont d'autant plus grandes que l'Animal est plus rapproché de son point de saturation, c'est-à-dire de l'état dans lequel son organisme est chargé de la quantité d'eau la plus forte qui soit compatible avec sa constitution ; nous avons vu aussi que, sous ce rapport, la marche des phénomènes est la même chez l'Animal vivant que dans le cadavre, et nous aurions pu montrer qu'il en est également ainsi dans les corps inorganiques. Ces faits sont en harmonie

(1) Voyez ci-dessus, tome II, page 602.

(2) Voyez tome II, page 604 et suivantes.

mplète avec les résultats que je viens d'exposer, touchant nfluence de la quantité des liquides en circulation sur l'acti- té de la transsudation, et ils tendent également à montrer ie le passage des liquides au travers des tissus vivants est un énomène régi par les lois de la physique générale.

Influence des conditions physiques extérieures.

Il en est de même de tout ce que j'ai dit au sujet de l'influence la température extérieure, de l'état hygrométrique de l'air, s courants atmosphériques, des vêtements et de la pression r la marche de la transpiration insensible. Nous avons vu ie toute variation dans l'une quelconque de ces conditions térieures tend à entraîner un changement dans la quantité vapeur aqueuse exhalée par les Animaux vivants, et que tte modification est toujours subordonnée aux lois physiques l'évaporation des liquides en général. En exposant ces sultats remarquables, j'ai ajouté cependant que, sous ce pport, tout ne se passait pas exactement de même dans un nimal vivant et dans un cadavre, que l'action physiologique de rganisme exerçait aussi une grande influence sur la marche 1 phénomène; et maintenant il nous sera possible d'apprécier nature de cette intervention mieux que nous ne pouvions le ire au début de ce cours.

Influence de l'activité de l'irrigation physiologique sur les effets de la transpiration.

L'eau qui s'évapore de la peau n'est pas libre à la surface de tte membrane, mais interposée entre les molécules de son ssu, et c'est à raison de la perméabilité de celui-ci que ce uide peut obéir à sa force expansive et s'échapper au dehors us la forme de vapeur. Lorsque le liquide excrété se répand ême en couche mince à la surface d'une tunique muqueuse ui est en contact avec l'air, comme dans les voies respi- atoires, il y arrive en majeure partie par transsudation, t par conséquent la formation plus ou moins active de la apeur dans ces points est encore, quoique d'une manière oins directe, subordonnée à la perméabilité du tissu sous- cent. Il y a plus : la persistance du phénomène dépend du

renouvellement de la provision d'eau qui se trouve dans cette couche superficielle de tissu perméable, et ce n'est pas tant la quantité de liquides contenus dans l'organisme tout entier qui influe sur l'abondance de la transpiration insensible que la quantité des humeurs répandues immédiatement sous la surface d'évaporation. Ce phénomène se trouve donc subordonné, jusqu'à un certain point, à l'arrivée plus ou moins facile des liquides dans les parties qui en sont le siége, et cet afflux, toutes choses étant égales d'ailleurs, est à son tour réglé par le degré de vascularité de cette même partie et le degré de perméabilité des parois des vaisseaux qui y apportent le fluide nourricier. Toutes les conditions qui influent sur la transsudation seront donc susceptibles de modifier la marche de la transpiration, et parmi ces conditions il en est plusieurs, comme nous venons de le voir, dont la nature est essentiellement physiologique.

C'est en tenant compte de toutes ces circonstances qu'on peut comprendre ce qui se passe dans les cas particuliers, et expliquer divers faits qui, au premier abord, ont beaucoup embarrassé les observateurs. Je n'en citerai qu'un exemple.

Conséquences variables de la dessiccation des membranes extérieures.

Chacun sait que d'ordinaire la peau de l'Homme et des Animaux terrestres, en général, quoique étant toujours le siége d'une évaporation abondante, ne se dessèche pas, et conserve dans son tissu la quantité d'eau nécessaire à l'entretien de la souplesse et des autres propriétés physiques sans lesquelles cette membrane ne pourrait remplir ses fonctions dans l'organisme. Mais chez les Animaux aquatiques il n'en est pas toujours de même, et les expériences de William Edwards, relatives à l'influence des agents physiques sur la vie, nous font voir que chez les Poissons la transpiration cutanée peut suffire pour amener promptement la mort. Ce physiologiste s'en est assuré en plaçant un certain nombre de ces Animaux avec le corps à l'air, tandis que la tête plongeait dans l'eau, afin de permettre au

travail respiratoire de s'effectuer comme dans les circonstances ordinaires, et il a constaté cependant que dans ces cas il n'y avait eu aucune diminution dans la quantité totale des liquides contenus dans l'organisme ; car l'absorption de l'eau par les branchies et les autres parties baignées par ce liquide suffisait pour contre-balancer, sous ce rapport, les effets de l'évaporation. La dessiccation de la peau du corps, qui ne tardait pas à se manifester dans cette expérience, tenait donc, non pas à un défaut de liquides dans l'ensemble de la machine animée, mais à l'insuffisance du travail irrigatoire : il y avait assez de liquides dans l'organisme pour subvenir à tous les besoins physiologiques ; mais ce liquide n'arrivait pas assez vite dans les parties superficielles du tronc, de la queue et des membres, pour en empêcher la dessiccation et la mort. La faculté de résister plus ou moins longtemps à un changement de milieu, faculté qui est si inégalement développée chez les divers Animaux aquatiques, doit donc dépendre non-seulement des dispositions que j'ai fait connaître ailleurs dans leur appareil respiratoire (1), mais aussi du degré d'activité dans la transsudation des liquides des vaisseaux sanguins dans les tissus circonvoisins, et de leur diffusion dans ces tissus (2). Par conséquent

(1) Voyez tome II, page 258.

(2) Ces expériences ont permis à William Edwards d'expliquer comment la dessiccation des branchies d'un Poisson peut s'effectuer, et déterminer la mort de l'Animal quand celui-ci est exposé à l'air, bien que la perte totale de poids qu'il a éprouvée de la sorte soit très faible. Ayant constaté que chez les Batraciens la différence entre le point de saturation de l'organisme et le point de dessiccation du corps incompatible avec l'entretien de la vie est très grande (à peu près dans la proportion de 3 à 1) ; et ayant trouvé que chez les Reptiles et les Animaux à sang chaud les variations de poids dues à des circonstances analogues peuvent être également très considérables, il étudia au même point de vue la marche de la transpiration chez les Poissons, et il vit que ces Animaux, quand ils sont exposés à l'air, meurent en général avant que le poids de leur corps ait été bien notablement réduit par les effets de l'évaporation. Ayant placé un Poisson avec le corps dans l'eau et la tête hors de ce liquide, il trouva que la perte de poids pouvait être

aussi, cette faculté doit être soumise à l'influence du degré de pression sous laquelle le sang circule dans les vaisseaux, aussi bien qu'à celle de l'abondance plus ou moins grande de ces vaisseaux et du degré de perméabilité des tissus situés entre le fluide nourricier et l'extérieur.

Des considérations du même ordre nous font comprendre aussi comment nos lèvres, et même notre peau, se dessèchent et se gercent plus facilement par l'action d'un vent sec et froid que sous l'influence d'une atmosphère dont la température douce est cependant plus favorable à l'activité de l'évaporation. C'est que, sous l'influence du froid, les petits vaisseaux superficiels se resserrent, le sang y circule en moins grande quantité, la transsudation se ralentit, et les tissus situés entre les capillaires et l'extérieur, c'est-à-dire la couche épithélique et les parties sous-jacentes, ne reçoivent plus par imbibition la dose de sérosité nécessaire pour contre-balancer les effets d'une évaporation, même peu abondante. C'est donc un défaut d'équilibre entre la recette et la dépense des fluides qui survient, et qui amène la dessiccation de la partie dont l'irrigation est insuffisante.

Je pourrais multiplier beaucoup les exemples de faits particuliers dont l'explication nous est fournie par la théorie phy-

nulle, et que cependant l'Animal mourait assez promptement. D'un autre côté, il avait reconnu que lorsque ces Animaux respirent dans l'air, la durée de leur vie est, dans certaines limites, dépendante de l'activité plus ou moins grande de l'évaporation dont leurs branchies sont le siége, et par conséquent il fallait chercher comment, dans les circonstances ordinaires, ces organes peuvent, par le contact de l'air, se dessécher, bien que la masse totale des humeurs contenues dans l'économie ne soit pas notablement diminuée par l'évaporation dont elles sont le siége. Or, les expériences mentionnées ci-dessus lui firent voir que cela devait tenir au défaut d'équilibre dans la répartition des fluides nourriciers et à l'insuffisance de l'irrigation locale d'une partie du corps, lorsque, dans le reste de l'organisme, il pouvait y avoir surabondance de liquides (a).

(a) William Edwards, *De l'influence des agents physiques sur la vie*, p. 120 et suiv.

sique de la transsudation que je viens d'exposer; mais je ne crois pas devoir entrer ici dans ces détails, car l'objet principal de cette Leçon était la démonstration de la nature essentiellement mécanique de ce travail, et les résultats que j'ai fait connaître me semblent devoir lever toute incertitude à cet égard.

Effets de la transsudation chez les Animaux inférieurs

§ 12. — Tout ce que je viens de dire de la transsudation chez l'Homme et les autres Mammifères est applicable à la totalité de l'embranchement des Vertébrés, mais ne l'est pas aux Animaux inférieurs. En effet, chez presque tous les Invertébrés, nous avons vu que le sang n'est pas renfermé dans un système de tubes clos et distincts des cavités interorganiques; il occupe ces lacunes, et par conséquent il n'y a aucune distinction à faire entre les liquides nourriciers et les liquides épanchés; mais les parois de ces cavités n'en sont pas moins perméables, comme celles des vaisseaux sanguins tubulaires des Vertébrés, et elles laissent échapper au dehors de l'économie une partie de leur contenu, comme ces derniers canaux laissent filtrer de la sérosité dans les chambres viscérales ou les autres cavités closes de l'organisme. Il est même à remarquer que chez quelques Invertébrés, divers Mollusques marins, par exemple, les pertes déterminées de la sorte peuvent être très considérables. Ainsi, quand une Aplysie, une Pleurobranche ou une Pholade s'est gorgée de liquide, et qu'on la retire hors de l'eau, on voit souvent une sorte de sérosité suinter de la surface de son corps, et il y a tout lieu de croire que ce phénomène ne dépend pas de l'existence d'orifices excréteurs particuliers, et résulte seulement d'une sorte de filtration. Du reste, les physiologistes n'en ont pas encore fait l'objet d'une étude spéciale, et je dois me borner ici à en signaler l'existence.

Chez la plupart des Animaux articulés, de même que chez les Vertébrés, la peau et ses dépendances sont d'une texture

trop dense pour que rien de semblable puisse s'effectuer, car il ne faut pas confondre cette transsudation avec la production de la sueur, qui est une sécrétion; et, chez les Vertébrés, les liquides épanchés par l'appareil circulatoire, à moins de se mêler aux sécrétions, ne s'échappent de l'organisme que sous la forme de vapeur.

Nécessité d'un travail contraire ou l'absorption.

Du reste, l'évaporation qui enlève une partie de ces liquides est loin de pouvoir contre-balancer les effets de la transsudation, et par conséquent il faut que nous cherchions maintenant quelles sont les voies par lesquelles les tissus ainsi chargés d'humeurs peuvent s'en débarrasser; comment les matières extravasées peuvent rentrer dans le torrent de la circulation, et comment les pertes que l'évaporation détermine dans la masse des humeurs peuvent se réparer; ou, en d'autres termes, comment l'*absorption* s'effectue. Mais, avant d'aborder l'histoire physiologique de cette fonction importante, il nous faut connaître un système particulier de vaisseaux qui est en quelque sorte une dépendance ou plutôt un complément de l'appareil irrigatoire chez l'Homme, ainsi que chez les autres Vertébrés, et qui joue un rôle important dans l'accomplissement du retour des matières extravasées dans le torrent de la circulation : c'est le système des vaisseaux lymphatiques, dont l'étude fera le sujet de la prochaine Leçon.

QUARANTIÈME LEÇON.

STÈME DES VAISSEAUX LYMPHATIQUES. — Histoire de la découverte de ces ganes. — Disposition du système lymphatique chez les Batraciens, chez les issons, chez les Reptiles, chez les Oiseaux, chez les Mammifères.

1. — Le 23 juin 1622, dans l'amphithéâtre anatomique Pavie, le professeur Gaspard Aselli, de Crémone, ayant ert le corps d'un Chien vivant, pour montrer à quels amis la disposition de certains nerfs et les mouvets du diaphragme, vit avec surprise, dans le mésentère cet Animal, c'est-à-dire dans le repli membraneux, mince ransparent, qui tient les intestins comme suspendus dans domen, un grand nombre de lignes blanchâtres qui avaient parence de cordons et qui s'étendaient de cette portion du e alimentaire vers le foie. Au premier abord, Aselli crut ir sous les yeux des nerfs; mais, ayant piqué un de ces dons, il en fit sortir une liqueur blanche et épaisse qui ressblait à de la crème. Saisi de joie à la vue d'un phénomène si tendu, il s'écria, comme Archimède : Εὕρηκα, car il comprit il venait de faire une grande découverte. Découverte des vaisseaux chylifères par Aselli.

lais bientôt l'Animal mourut, et le spectacle dont Aselli et disciples étaient encore émus s'évanouit promptement. vaisseaux blancs qui lui avaient semblé si beaux, se vidèrent isparurent sans laisser aucune trace de leur existence. Un e s'éleva alors dans l'esprit d'Aselli, et, dès le lendemain, oulut confirmer sa découverte. Il ouvrit donc l'abdomen autre Chien; mais il ne put apercevoir aucun vestige de seaux blancs, et il commença à craindre d'avoir été séduit quelque illusion dans sa première observation ; il se rappela ndant que les circonstances n'avaient pas été les mêmes dans

les deux expériences; que l'Animal chez lequel il avait aperçu les vaisseaux d'apparence lactée venait de faire un copieux repas, tandis que celui chez lequel il ne trouvait rien d'analogue était à jeun depuis longtemps; il pensa heureusement que l'insuccès de sa dernière tentative pourrait bien dépendre de l'état de vacuité de l'appareil digestif, et il se hâta de faire une nouvelle expérience dans les mêmes conditions que la première. Un troisième Chien, auquel on avait donné des aliments quelques heures avant, fut donc ouvert, et Aselli reconnut qu'il ne s'était pas trompé. Il revit les vaisseaux blancs sillonnant le mésentère, et il conclut avec raison de cet ensemble de faits, que les canaux dont il venait de découvrir l'existence étaient les voies par lesquelles des matières nutritives préparées par le travail digestif étaient absorbées dans l'intestin et transportées dans les organes où le sang s'élabore; que c'était à cause de leur transparence que ces vaisseaux avaient échappé à ses recherches dans son expérience de la veille, et que c'était à raison de l'aspect lactescent de leur contenu qu'il les distinguait quand ils étaient pleins. Il multiplia ses observations, tantôt sur des Animaux dont la digestion était en pleine activité, d'autres fois sur des Animaux que l'on avait fait jeûner; il employa à cet usage tous les grands Mammifères qu'il put se procurer : des Chats, des Agneaux, des Porcs, des Vaches, un Cheval, et toujours il obtint les mêmes résultats que sur les Chiens. Quand le travail digestif était suffisamment avancé ou achevé depuis peu de temps, il ne manqua jamais de retrouver dans l'épaisseur du mésentère les vaisseaux gorgés d'un liquide qui avait l'aspect et la consistance de la crème; à côté de ces vaisseaux se trouvaient les artères et les veines, faciles à reconnaître à raison de la couleur du sang dont elles étaient remplies. Quand il ouvrait un de ces vaisseaux blancs, ceux-ci laissaient échapper l'humeur lactée dont ils étaient remplis, et après s'être vidés, ils cessaient d'être visibles. Enfin, il s'ass

absence constante de cette matière crémeuse chez les Ani- qui depuis un certain temps avaient été privés d'aliments, reconnut que dans ces circonstances on ne pouvait distin- dans le mésentère d'autres conduits que les vaisseaux uins.

elli désigna sous le nom de *veines lactées* les canaux parents qu'il avait découverts de la sorte ; il les vit se r, près de la paroi postérieure de l'abdomen, en une e de pelote ovoïde qu'il crut être le pancréas, et, trompé une disposition anatomique que je ferai connaître plus , il pensa que tout ce système de vaisseaux allait aboutir oie pour y verser le chyle, c'est-à-dire le produit final du ail digestif. Enfin il se complut à tirer de ses observations elles des arguments à l'appui de la doctrine surannée de en sur l'hématose, et il chercha à montrer que ces veines es n'avaient pas échappé à l'attention des anciens (1).

n trouve effectivement dans les écrits de Galien quelques ages qui paraissent applicables à ces vaisseaux chylifères. i il dit, en se fondant sur les observations d'Érasistrate, si l'on divise l'épigastre et le péritoine, on peut voir ement les artères pleines de lait sur les Chevreaux qui ient de teter (2); mais ni Galien ni aucun autre prédé- **Notions des anciens sur ces vaisseaux.**

Gaspard Aselli (ou Aselio) naquit .581, et mourut en 1626. L'ou- dans lequel il rend compte de sa verte des vaisseaux chylifères, ou ines lactées, comme il les appelle, publié qu'en 1628 ; on y trouve escription succincte de ces con- et quatre planches destinées à en er la position chez le Chien ; mais s grande partie de ce petit livre est consacrée à l'examen des écrits des anciens, et l'auteur, loin de négliger les droits de ses prédécesseurs, attache trop d'importance à des passages obscurs où l'on peut supposer qu'il a été question de ces organes dont nous lui devons la connaissance (a).

(2) Le passage mentionné ici est tiré du livre sur le contenu des ar-

(a) G. Aselli, *De lactibus, seu lacteis venis, quarto vasorum mesaraicorum genere novo* .... In-4, Basileæ, 1628.

cesseur d'Aselli n'avaient reconnu l'existence d'u particulier de vaisseaux destinés à recevoir les p travail digestif, et jusqu'alors tous les physiologi attribué ces fonctions aux veines mésaraïques seule

La découverte de ces conduits absorbants appa bien réellement à Aselli, et si cet observateur ha mort peu de temps après l'avoir faite, il l'aurait peu plétée ; mais cette tâche fut réservée à d'autres anato

Découverte du canal thoracique.

§ 2. — Déjà, près d'un siècle avant, Eustachi, e vant ses recherches sur la veine azygos chez le Ch

tères (*a*) ; mais il n'est pas le seul que l'on puisse citer pour montrer que les vaisseaux chylifères avaient été entrevus par les anciens. Ainsi, dans son *Traité sur l'usage des parties*, Galien, en parlant de la manière dont la Nature effectue la nutrition des intestins et des parties voisines, ajoute : « D'abord elle a créé dans tout le mésentère des veines particulières destinées à porter la nourriture dans les intestins, et qui ne vont pas au foie. Car, ainsi que le disait Hérophile, ces veines aboutissent à des corps glanduleux, tandis que toutes les autres remontent aux portes du foie (*b*). » Mais il est facile de voir, par ce passage même, que les vaisseaux dont la disposition anatomique particulière est indiquée ici étaient considérés par les anciens comme des conduits nourriciers, et non des organes absorbants.

(1) Cette opinion prévalut encore pendant assez longtemps couverte d'Aselli. Harve ple, la soutint avec pers mais on ne tarda pas toutes parts les observati fesseur de Pavie, et peu à triompha. Parmi les exp contribuent le plus à am sultat, il faut citer celle l'instigation de Pierese, sé (c'est-à-dire premier mag cipal de cette ville) sur condamné à mort. Celui- un repas copieux peu de d'être conduit au supplice et demie après son exécut decins auxquels son corps donné en firent l'ouvert les assistants virent de la plus évidente les vaisseau mésentère remplis de ch 1626, Rolfink, avant de qu pour aller occuper la ch decine à l'université d'Ién

(*a*) Galeni *An sanguis in arteriis natura contineatur*, *J. Rota interprete*, ca édit. de Venise, 1609, t. I, p. 61).

(*b*) Galeni *De usu partium corporis humani*, lib. IV, cap. XIX (*Opera*, t. I, p. 14

(*c*) Harvey, *Epistola responsaria Morisono medicinæ doctori* Londini, 1652 (p. 620 et suiv.).

(*d*) Voyez Gassendi, *Vita Pierescii* (*Opera omnia*, t. LV, p. 300, 317).

thorax un vaisseau qui était rempli d'une humeur avait reconnu que ce canal s'ouvrait dans la veine re par un large orifice, et il l'avait suivi jusque dans ›mbaire, mais il n'avait pu constater son mode de ı (1). Cette observation passa presque inaperçue, et aucun de ses contemporains ne soupçonnèrent les ıi existent entre ce canal thoracique et les vaisseaux On oublia même la découverte d'Eustachi, jusqu'au ì un jeune étudiant de la faculté de Montpellier, et, eut découvert de nouveau la même disposition et en eut fait comprendre l'importance (2).

, en observant les viscères d'un Animal vivant,

monstration de ces vais- en 1629, Simon Pauli lement aux étudiants de b). Vers la même épo- rèle Severini à Naples, Danemark, Fabrice de ne, Fournier à Paris, Angleterre, Walœus à (moins connu aujourd'hui propres travaux que par tableau de Rembrandt ıne de ses leçons, et con- musée de la Haye), en- plusieurs autres encore, à vulgariser les con- ļà acquises sur les con- :s, et ajoutèrent même 'aits relatifs à leur structure : en sorte que, vers 1650, époque où la découverte d'Aselli devait se compléter, il ne restait que peu d'incrédules au sujet de la nature particulière et des fonctions de ces vaisseaux lactés (c).

(1) Ces observations d'Eustachi (d) datent du milieu du XVI[e] siècle (e).

(2) J. PECQUET était natif de Dieppe, et exerça la médecine à Paris; mais ses recherches sur les vaisseaux chylifères paraissent avoir été commencées pendant qu'il étudiait à l'université de Montpellier. Suivant Haller, elles datent de 1649 ; mais l'ouvrage dans lequel il les rendit publiques ne parut que dix ans plus tard (f). Il mourut en 1764.

ısertationes anatomicæ veterum et recentiorum observationibus ad circulatio- :æ, 1656, p. 909.

ıgel *Histoire de la médecine*, t. IV, p. 204.

le détails à ce sujet, voyez Haller, *Elementa physiologiæ corporis humani*, t. VII, p. 202.

ıssus, tome III, page 21.

, *Tractatus de vena quæ azygos græcis dicitur*, antigramma 13, p. 279 et 280 *nica*, édit. de 1707).

Diepæi *Experimenta nova anatomica quibus incognitum hactenus chyli re- ıb eo per thoracem in ramos usque subclavios vasa lactea deteguntur*. In-4,

reconnut que les veines lactées d'Aselli, ou vaisseaux chylifères, ne se rendent pas au foie, comme ce physiologiste l'avait supposé, mais vont se terminer dans une sorte de réservoir commun situé non loin de la douzième vertèbre dorsale; que ce réceptacle se continue sous la forme d'un canal membraneux à travers le diaphragme et la cavité du thorax, jusque vers la base du cou, et là débouche dans la veine sous-clavière du côté gauche; enfin, que le liquide laiteux dont Aselli avait signalé la présence dans les vaisseaux blancs du mésentère, c'est-à-dire le chyle, se trouve également dans ce canal thoracique, et que celui-ci le verse dans le torrent du sang en circulation; car, en interceptant le passage dans ce conduit à l'aide d'une ligature, il vit le chyle s'y arrêter et distendre le vaisseau au-dessous de l'obstacle, tandis que du côté de la veine ce liquide continuait à s'écouler, comme cela a lieu dans les circonstances ordinaires.

Les deux extrémités de la chaîne, aperçues isolément par Eustachi d'un côté, et par Aselli de l'autre, furent ainsi réunies, et peu importe à la gloire de Pecquet d'avoir été à son insu devancé par Eustachi dans une partie de ses observations anatomiques, car c'est à lui, et à lui seul qu'appartient tout le mérite de la découverte physiologique accomplie de la sorte (1); et l'on comprend facilement combien cette découverte devait influer sur la marche de la science.

En effet, jusqu'alors, attribuant aux veines mésaraïques seulement la faculté d'absorber dans l'intestin les matières

(1) Sprengel, se fondant sur une assertion de Hénault (*a*), dit, dans l'*Histoire de la médecine*, qu'en 1629 Jacques Mentel aperçut le tronc commun des vaisseaux lymphatiques vers lequel il pensa que le chyle se dirigeait (*b*). Mais dans une lettre de Mentel, datée de 1651, et publiée dans l'ouvrage de Pecquet, il n'est pas question de cette observation, et le mé[illegible]

(*a*) Henault, *Quo tela in Pecqueti cor a claro vero Carolo Lenoble conjecta infringuntur et [illegible]duntur*, 1655.

(*b*) Sprengel, *Histoire de la médecine*, trad. par Jourdan, t. IV, p. 204.

es extraites des aliments par le travail de la digestion, nt ces vaisseaux pénétrer dans le foie pour s'y résoudre multitude de ramuscules et envoyer ensuite leur contenu r, on pouvait croire que Galien ne s'était pas trompé l avait dit que le foie est l'organe chargé de transformer e en sang, et d'achever par conséquent l'élaboration du nourricier. Cette doctrine, qui avait résisté aux progrès ience depuis l'antiquité jusqu'au milieu du XVII[e] siècle, même d'être plausible; car Pecquet faisait voir que le uit une autre route, qu'il ne passe pas dans le foie avant mêler au sang, et que le fluide nourricier chargé de ce ne peut arriver dans cette glande qu'après avoir rempli ctions dans les divers tissus qu'il est chargé d'arroser.

— Mais ce n'est pas tout. Dans la science, comme dans iétés humaines, chaque progrès qui s'accomplit devient t la cause de progrès nouveaux; les découvertes engen- es découvertes, et les conquêtes physiologiques si heu- ent commencées par Aselli, et portées déjà si loin par t, n'étaient pas encore arrivées à leur terme. Les beaux ts déjà obtenus excitèrent partout un grand intérêt; tous tomistes voulurent voir et étudier ce système nouveau de ux absorbants dont le rôle était si grand dans l'organisme; ervations se multiplièrent, et presque aussitôt on reconnut ez l'Homme les conduits chylifères et le canal thoracique, ls sont en quelque sorte les racines, ne forment qu'une portion d'un vaste appareil hydraulique qui s'étend au ns toutes les régions du corps, qui pénètre dans la pro- Découverte des vaisseaux lymphatiques en général.

écouverte est attribué à ce (a).
aussi à noter qu'antérieure- la découverte faite par Pecquet, Vesling avait vu un grand vaisseau lacté qui remontait dans le thorax (b); mais il ne l'avait pas suivi jusqu'au bout.

ez Pecquet, *Experimenta nova anatomica*, 1552, p. 92.
ez Haller, *Elementa physiologiæ corporis humani*, t. VII, p. 203.

fondeur de presque tous les tissus constitutifs des or qui constitue, à côté des veines, de nombreuses voies munication ouvertes pour l'afflux des humeurs des pa phériques vers le cœur, et munies de valvules do empêche le retour de ces liquides vers les organe proviennent.

La découverte de ce nouveau système vasculair trouve en quelque sorte surajouté à l'appareil circul qui est désigné aujourd'hui sous le nom de *système seaux lymphatiques*, se fit presque en même temps en l en Danemark et en Angleterre. En droit, elle paraît a à Rudbeck (1), jeune étudiant suédois à l'université d mais je croirais être injuste envers la mémoire de Bartholin, professeur d'anatomie à Copenhague, et

(1) Olaüs Rudbeck naquit en 1630, à Arosen en Suède, et alla de bonne heure à Leyde pour y étudier les sciences médicales. Ce fut là qu'à l'âge de vingt et un ans, il fit la découverte qui le rendit célèbre. D'autres anatomistes avaient aperçu à la surface du foie, ou dans le voisinage de cet organe, des vaisseaux analogues aux conduits chylifères; mais Rudbeck fut le premier à constater expérimentalement la direction du liquide contenu dans ces canaux. Il trouva de la sorte que ce liquide ne va pas au foie, comme Aselli le supposait, mais se dirige en sens contraire; puis il trouva que ces vaisseaux aquifères du foie, car c'est ainsi qu'il les désigna, vont se rendre dans la vésicule ou réservoir où aboutissent les vaisseaux chylifères; et i découverte récente de l'e une autre série de recherc desquelles il reconnut les de ce réceptacle avec la clavière. Il découvrit aussi tres parties du corps des analogues, qu'il appela *séreux*, et les vit tous se canal thoracique ou à ses Ses premières observations 27 janvier 1651, et, en avril suivante, il fit la démonstra système de vaisseaux en pr la reine Christine de Suède; vrage dans lequel il consig sultats de ses recherches ne qu'en 1653 (*a*). Rudbeck l'anatomie à l'université d' mourut en 1702.

(*a*) Rudbeck, *Nova exercitatio anatomica exhibens ductus hepaticos aquosos et vasa larum serosa*. In-4, 1653. (Reproduit dans la *Bibliothèque anatomique* de Manget, t. II et suiv.)

andidat en médecine à Cambridge, si je n'associais ici noms : car, à cette époque, les nouvelles scientifiques ındaient pas avec la rapidité que nous admirons aujour- il y a tout lieu de croire que les trois investigateurs iens de faire mention se sont occupés simultanément ;s études et sont arrivés chacun à des résultats analogues s en même temps, sans avoir eu la moindre connais- ce que les deux autres avaient fait (1). Je dois ajouter

ıas BARTHOLIN appartenait ı familles en petit nombre, et l'amour de l'étude ont s de génération en géné- ant une longue suite d'an- ɔère, Gaspard Bartholin, 'ec éclat à Copenhague, un ouvrage d'anatomie ; il fut remarquable aussi ınnaissances littéraires et é comme linguiste. Tho- en 1616, et après avoir manière brillante de lon- :s à Leyde, à Paris, à à Bâle, il retourna à Co- ɔour y professer les ma- s ; mais ce fut dans les édicales qu'il se distingua il ne tarda pas à occuper d'anatomie. Il mourut en n fils, Gaspard Bartholin, nom, soutint dignement ıcientifique de sa maison. ;e de Thomas Bartholin sur ux lymphatiques parut en Par conséquent, il pourrait un peu antérieur à celui k ; mais c'est seulement le re 1651, puis le 9 janvier évrier 1652, que Bartholin commença à constater les faits nouveaux qui le conduisirent à admettre l'existence de vaisseaux de cet ordre distincts des conduits chylifères ; et, par conséquent, il avait été devancé par Rudbeck (a). Il y a lieu de croire aussi qu'il connaissait les observations de celui-ci au moment où il publia son livre, car en donnant à ces organes le nom de vaisseaux lymphatiques qui leur est resté, il critique l'expression de vaisseaux séreux que nous savons avoir été employée par cet anatomiste ; et l'on voit par une de ses lettres, en date du 30 avril 1652 (b), qu'à ce moment il n'avait encore aucune idée bien nette des fonctions de certaines portions de ce système qui lui fournirent plus tard un des arguments les plus solides à l'appui de ses vues nouvelles. Du reste, il contribua beaucoup à bien établir ce point de la science ; il découvrit des vaisseaux blancs dans presque toutes les parties du corps humain (c) : et bien que je le place ici au second rang, je le considère cependant comme ayant droit à une part considérable de la gloire afférente à la découverte du système lymphatique.

Le rôle de Jolyffe fut moins grand ;

tholin, *Vasa lymphatica nuper Hafniæ in Animalibus inventa* (voyez la *Bibliothèque* le Manget, t. II, p. 692 et suiv.).
in, *Epist.*, cent. II, 13, 444.
tholin, *Vasa lymphatica in Homine nuperi nventa*. 1654. (*Opuscula nova anatomica ıoracicis et de lymphaticis vasis in uno volumine comprehensa*, 1670.)

aussi que déjà divers fragments de ce système de vaisseaux avaient été entrevus par quelques anatomistes, qui ont pu contribuer ainsi à préparer la voie que Rudbeck, Bartholin et Jolyffe ont si heureusement parcourue ; mais personne, jusqu'alors, n'avait su tirer parti de ces faits isolés, et l'on n'en comprit la portée que lorsque la découverte dont je viens de rendre compte eut été accomplie (1).

Les nouveautés introduites ainsi dans la science à de si courts intervalles par Pecquet, par Rudbeck, par Bartholin et par Jolyffe, furent accueillies avec méfiance par les uns, avec enthousiasme par d'autres, et suscitèrent une multitude de travaux dont il serait fastidieux de rendre compte ici (2). Je me bornerai donc à dire que, dès 1665, Ruysch nous fit mieux connaître les valvules qui se trouvent dans l'intérieur des lymphatiques et qui y déterminent la direction des courants (3);

mais, d'après le témoignage de Wharton, il aurait fait connaître les vaisseaux lymphatiques en Angleterre dès 1550, et Glisson assure avoir vu, en 1552, les préparations que ce jeune anatomiste en avait faites (*a*). Du reste, Jolyffe ne publia rien à ce sujet.

La question de priorité entre Rudbeck et Th. Bartholin fut disputée très vivement, et donna lieu à un grand nombre de publications, dont Haller a rendu compte avec tout le savoir et l'impartialité qui lui étaient ordinaires (*b*).

(1) D'après un passage du traité de Fallopio sur les veines, on est porté à croire que cet anatomiste, contemporain de Vésale, avait entrevu quelques vaisseaux lymphatiques en relation avec le foie. Aselli avait décrit quelques-uns de ces vaisseaux comme étant la terminaison des conduits chylifères dans le foie. En 1649, Vesling avait également aperçu des vaisseaux blancs entre l'estomac et la rate, ainsi qu'à la face supérieure du foie, et J. Van Horne, vers la même époque, en avait trouvé près de la terminaison de l'aorte; mais toutes ces observations incomplètes étaient restées stériles, et méritent à peine d'être citées (*c*).

(2) Sœmmering a dressé une liste de ces ouvrages qui n'est pas complète, et qui occupe cependant trente-quatre pages de son livre sur les maladies des vaisseaux absorbants (*d*).

(3) Ruysch, que j'ai déjà eu l'occasion de citer pour sa grande habileté

(*a*) Voyez Sprengel, *Histoire de la médecine*, t. IV, p. 210.
(*b*) Haller, *Boerhaavii prælect.*, § 121, t. I, p. 277-9, note 4. — *Bibliotheca anatomica*, t. I, § 378, p. 400 et suiv., § 415, p. 447 et suiv.— Voyez aussi sa grande *Physiologie*, t. I, p. 160 et suiv.
(*c*) Voyez Haller, *Elem. physiol. corp. hum.*, t. I, p. 158.
(*d*) Sœmmering, *De morbis vasorum absorbentium corporis humani*, 1795.

rs la fin du XVIIe siècle, Nuck étudia avec plus d'atten-
on ne l'avait fait avant lui les glandes ou ganglions qui
ent sur le trajet des lymphatiques, et constata l'exis-
ces derniers vaisseaux dans diverses parties de l'orga-
ù ses prédécesseurs ne les avaient pas observés (1);
ns le cours du siècle suivant, les travaux de Meckel
(2), de Hewson (3), de Cruikshank (4), et surtout

les injections (*a*), a démon-
existence des lymphatiques
e, fait qui était révoqué en
a plupart de ses contempo-

luck, professeur d'anatomie
ité de Leyde, fut, je crois,
à employer les injections
s pour l'étude de ces vais-
nstata aussi un fait intéres-
t des connexions qui exis-
les lymphatiques et les
anguins; savoir, qu'en in-
l'air dans les artères ou
ines de quelques parties du
peut faire passer ce fluide
ymphatiques; enfin il dé-
ns les poumons, ainsi que
e, un nombre considérable
seaux (*c*).
réd. Meckel, l'un des dis-
lus distingués de Haller, et
ère de l'auteur du *Traité
comparée*, que je cite si
ns ces Leçons, naquit en
fessa l'anatomie, ainsi que
l'art des accouchements, à Berlin; on lui doit une description des vaisseaux lymphatiques du corps humain, qui est plus complète que celles données jusqu'alors, mais qui n'est pas exempte d'erreurs graves (*d*). Il mourut en 1774.

(3) Hewson (*e*) publia dans les *Transactions philosophiques de la Société royale de Londres* trois mémoires sur les lymphatiques des Oiseaux, des Amphibies et des Poissons, sujet qui alors était presque entièrement neuf; en 1774, il fit paraître un traité spécial sur le système lymphatique chez l'Homme et les Animaux, accompagné de planches (*f*).

(4) Cruikshank, disciple et ami de W. Hunter, publia en 1736 un ouvrage spécial sur les vaisseaux lymphatiques. Ce livre était destiné principalement à soutenir la théorie erronée de l'absorption par ces organes seulement; mais on y trouve aussi des descriptions anatomiques plus exactes que dans les traités précédents (*g*).

h, *Dilucidatio valvularum in vasis lymphaticis et lacteis*, cum figuris æneis, etc.
.
me III, page 40.
denographia curiosa, etc., 1692, p. 52, etc.
ckel, *Dissertatio epistolaris de vasis lymphaticis glandulisque conglobatis*, 1757,
natomica de vasis lymphaticis, 1770.
-dessus, tome I, page 44.
An Account of the Lymphatic System of Birds (*Philos. Trans.*, 1768, p. 217). —
in Amph. and Anim. in Fish. (*Philos. Trans.*, 1769, p. 196 et 204).
kshank, *Anatomy of the Absorbing Vessels of the Human Body*, trad. en français par
787.

de Mascagni (1), jetèrent de nouvelles lumières sur le rôle de ces vaisseaux dans la constitution de l'organisme ; que les recherches des deux frères Hunter, de Monro et de quelques autres expérimentateurs conduisirent les physiologistes à considérer le système lymphatique comme étant le principal instrument à l'aide duquel l'absorption s'effectue dans l'économie animale ; enfin que, de nos jours, l'étude de cet appareil vasculaire chez les Oiseaux, les Reptiles, les Batraciens et les Poissons, commencée, ainsi que celle des lymphatiques, des Mammifères, par Aselli, Bartholin et leurs contemporains, a fait de grands progrès entre les mains de Fohmann (2).

(1) P. Mascagni est généralement considéré comme un des anatomistes les plus habiles du siècle dernier. Il naquit en 1752, et occupa pendant longtemps une chaire à l'université de Sienne. Il mourut à Florence en 1815. Ses travaux sur les lymphatiques font époque dans l'histoire de nos connaissances relatives à ce système d'organes ; il était d'une habileté rare dans l'art des injections, et, malgré l'imperfection des moyens d'étude dont il faisait usage, il est parvenu à démontrer l'existence d'un réseau capillaire de conduits lymphatiques dans la profondeur de presque toutes les parties de l'organisme : et l'abondance des vaisseaux mis ainsi en évidence était si grande, que Mascagni était arrivé même à penser qu'ils constituaient la presque totalité de certains tissus de l'organisme, question sur laquelle nous aurons bientôt à revenir. Le principal ouvrage de Mascagni est accompagné de magnifiques planches (*a*).

(2) Vincent Fohmann, professeur à l'université de Liége, naquit en 1794, et mourut en 1837. Ses principaux travaux portent sur les relations qui peuvent exister entre les lymphatiques et les veines, sur la disposition des radicules de ces vaisseaux dans divers tissus, et sur l'anatomie comparée du système lymphatique dans la classe des Poissons (*b*).

(*a*) Mascagni, *Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et iconographia*. In-4. Sienne, 1787.

— Voyez aussi, du même : *Prodrome d'un ouvrage sur le système des vaisseaux lymphatiques*. In-4, 1784. — *Vasorum lymphaticorum historia*, t. I, in-8. Sienne, 1785.

(*b*) Fohmann, *Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen. Mit einer Vorrede von* Fr. Tiedemann. In-12, Heidelberg, 1821. (Breschet a donné une traduction des principaux chapitres de cet opuscule dans le *Bulletin de la Société médicale d'émulation*, 1822, p. 136 et suiv.)

— *Das Saugadersystem der Wirbelthiere*. Erste Hefte, *Fische*. In-folio, Heidelberg, 1827, fig.

— *Mémoires sur les communications des vaisseaux lymphatiques avec les veines, et sur les vaisseaux absorbants du placenta et du cordon ombilical*. In-4, Liége, 1833, fig.

— *Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques de la peau, des membranes muqueuses, séreuses, des tissus nerveux et musculaires*. In-4, Liége, 1833, fig.

ıuth (1), de J. Müller (2), de M. Panizza (3), et de ıes autres anatomistes dont les noms reviendront souıci à mesure que j'examinerai chacune des questions ılières qui se rattachent à l'histoire de ce système vas-ɜ.

ınt aux usages de cet appareil, je m'abstiendrai d'en pour le moment, car ce sujet a des rapports trop intimes 'histoire de l'absorption considérée d'une manière géné-

ır.-Alex. LAUTH s'occupa avec de l'étude des lymphatiques s humain, et fit un travail fort sur ce système chez les Oi- a). Plusieurs de ses observaıt été publiées dans un ouvrage de Breschet (b). Il était le fils Lauth, l'auteur de l'*Histoire atomie* que j'ai déjà eu l'occle citer, et il mourut en 1837, ɔourg, où il était né en 1803. ohannes MÜLLER naquit à Coen 1801, et professa la phyà l'université de Bonn, puis de Berlin, où il mourut en l exerça une très grande et très ɪe influence sur la direction des physiologiques et zoologi- Allemagne pendant près d'un e siècle, et on lui doit un grand de travaux d'une haute ime. J'ai déjà eu l'occasion de s recherches sur le sang (c) et plusieurs de ses observations sur la structure des Poissons et de divers autres Animaux. On lui doit la découverte des cœurs lymphatiques chez les Batraciens et les Reptiles ; un travail remarquable sur la structure des glandes ; un excellent *Manuel de physiologie*, et une longue série de recherches, pleines d'intérêt, sur les métamorphoses des Échinodermes, ainsi que diverses observations embryologiques. M. Bischoff a publié récemment une notice sur la vie et les travaux de ce naturaliste éminent (d).

(3) M. Panizza est professeur à l'université de Pavie. On lui doit deux grands ouvrages sur ce sujet : l'un contient beaucoup d'observations importantes sur les lymphatiques chez l'Homme et les autres Mammifères (e); le second est une magnifique monographie du système lymphatique chez les Reptiles et les Batraciens (f).

·A. Lauth, *Essai sur les vaisseaux lymphatiques* (dissertation inaugurale). Strasbourg,

noire sur les vaisseaux lymphatiques des Oiseaux et sur la manière de les préparer ı *sciences nat.*, 1824, 1re série, t. III, p. 381, pl. 21 à 25).
Breschet, *Le système lymphatique considéré sous les rapports anatomique, physiologique ıgique*. In-8, 1836.
ıez tome I, page 121.
:hoff, *Ueber J. Müller und sein Verhältniss zum jetzigen Standpunkt der Physiologie*. ıich, 1858.
ıizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*. In-folio, Pavia, 1830.
ıizza, *Sopra il sistema linfatico dei Rettili, Ricerche zootomiche*. In-folio con sei tavole, ı33.

rale, pour que je puisse l'en séparer, et, avant d'arriver à l'étude de cette fonction importante, il nous faut connaître plus en détail la structure du système lymphatique.

Méthodes d'investigation.

§ 4. — Ainsi que je l'ai déjà dit, les vaisseaux lymphatiques sont fort transparents et d'une grande délicatesse, en sorte qu'il est difficile de les apercevoir quand ils sont vides, et qu'on ne peut en faire bien l'étude qu'après les avoir remplis de quelque matière étrangère dont l'aspect tranche avec celui des parties circonvoisines. Mais ici une autre difficulté se présente : les valvules qui, chez l'Homme et les autres Mammifères, sont disposées de distance en distance dans l'intérieur de ces conduits, et qui servent à diriger la lymphe vers le cœur, empêchent aussi les injections de passer des gros troncs vers les branches, ou de celles-ci dans les ramuscules; par conséquent, c'est par les plus petites divisions qu'il faut pousser les fluides dont on veut remplir ces vaisseaux, et encore n'obtient-on ainsi que des préparations partielles, car l'injection ne pénètre souvent que dans la portion du système dont ces canalicules sont des affluents. Rudbeck et les autres anatomistes de la même époque avaient recours principalement à l'insufflation; mais bientôt on substitua à l'air le mercure, et aujourd'hui ce liquide est le plus employé. Pour en faire usage, on se sert généralement d'un petit appareil qui se compose d'un gros tube vertical d'une certaine hauteur, faisant fonction de réservoir pour ce métal, et garni inférieurement d'un tuyau flexible terminé par un ajutage à robinet auquel s'adapte un petit tube capillaire de verre ou d'acier. Pour introduire le bec de cet instrument dans un des ramuscules du système lymphatique, on a d'abord cherché péniblement un de ces petits vaisseaux au milieu des fibrilles des tissus circonvoisins, afin d'en faire la ponction et d'y placer le tube à injection; mais, depuis quelques années, on sait que ce soin est inutile, et qu'en choisissant certaines

es du corps où ces vaisseaux constituent un réseau des abondants, il suffit de piquer au hasard la substance des ; pour arriver tout de suite dans les cavités en commu- ion avec le grand appareil vasculaire, et pour y faire péné- le mercure (1).

ı parvient aussi à remplir avec beaucoup de facilité les eaux lymphatiques en poussant avec force de l'eau dans rtères, d'après la méthode de Lacauchie, et l'on peut e y introduire par cette voie des dissolutions salines qui, y mêlant, donnent lieu à des précipités colorés; mais, 'ici, ces procédés d'injection n'ont pas fourni des résul- ıussi bons qu'on aurait pu s'y attendre (2).

ε nouveau procédé pour l'injec- s lymphatiques, qui paraît avoir ployé pour la première fois par nn (*a*), facilite singulièrement pération, et aujourd'hui on y a ; dans tous nos laboratoires ana- es. M. Cruveilhier a été un des rs à en faire un usage général s travaux d'anatomie humaine; ccasion de deux concours ou- y a quelques années, l'un à la : de médecine, et l'autre par ıistration des hôpitaux de Paris, enonvilliers, Jacquart, Sappey eurs autres jeunes anatomistes : des recherches intéressantes écouvrir quelles sont les par- ; corps qui sont les plus favo- ı cette injection, dite par *ponc- ticulaire* (*b*). Ils ont reconnu ıur l'Homme, les régions où les ıtiques sous-cutanés se rem- : le mieux de la sorte sont, pour la tête, la ligne médiane du crâne et de la face, le pavillon de l'oreille, le nez et les commissures des lèvres; pour les membres supérieurs, les parties latérales du bout des doigts, près la racine des ongles; pour le tronc, le scrotum et le voisinage du mamelon, et, pour les membres inférieurs, les orteils. C'est chez les sujets maigres et un peu infiltrés que le réseau lymphatique est le plus facile à injecter, et un commencement de putréfaction est favorable à l'opération en ce qui concerne les petits vaisseaux, mais rend le progrès du métal dans les grosses branches plus difficile; et pour compléter la préparation des troncs, il faut souvent avoir recours à l'injection dite par *ponction directe*. Pour plus de détails à ce sujet, je renverrai aux ouvrages sur l'anatomie de l'homme (*c*).

(2) L'injection des lymphatiques par la méthode hydrotomique peut

hmann, *Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques de la peau*, etc., 1833, p. 4.
ez Sappey, *Injection, préparation et conservation des vaisseaux lymphatiques*. Thèse, 43, p. 12 et suiv.
ıveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, 1843, t. III, p. 138 et suiv.
ıpey, *Traité d'anatomie descriptive*, 1852, t. I, p. 639 et suiv.

Disposition générale du système lymphatique.

§ 5. — C'est chez l'Homme que l'anatomie du système lymphatique a été étudiée avec le plus de soin et de persévérance; chez les Vertébrés inférieurs, il ne nous est connu que d'une manière fort incomplète : cependant, pour nous en former une idée juste, il me semble utile d'en examiner la disposition chez ces derniers avant d'en aborder l'histoire chez les Mammifères et les Oiseaux.

Système lymphatique des Batraciens.

Les premiers exemples que je choisirai ici seront donc tirés des Vertébrés Allantoïdiens, et parmi ceux-ci je prendrai d'abord la Grenouille, parce que chez ce Batracien le système lymphatique offre, avec certaines parties de l'appareil irrigatoire des Invertébrés, des points de ressemblance qu'il me paraît important de faire bien ressortir.

Grenouille.

Chez cet Animal, la lymphe, liquide dont je ferai connaître plus tard les caractères distinctifs, et dont la composition est à peu près la même que celle du plasma du sang, n'est pas renfermée dans des tubes ramifiés, comme chez les Vertébrés supérieurs étudiés par Aselli, Pecquet, Rudbeck et Bartholin, mais est répandue dans un vaste système de cavités irrégu-

se faire en introduisant l'eau, non-seulement dans le système artériel, mais aussi par les veines ou par le canal thoracique ; car la distension des vaisseaux empêche les valvules de s'opposer efficacement au passage des liquides du centre vers la circonférence de l'organisme. M. Lacauchie a obtenu aussi le même résultat en faisant arriver l'eau dans les canaux excréteurs des glandes (notamment ceux du foie, des reins ou du pancréas) ; mais c'est la voie artérielle qui est la plus facile, et lorsque l'opération est bien conduite, elle met en évidence une multitude prodigieuse de petits vaisseaux lymphatiques (*a*).

M. Doyère a injecté aussi les lymphatiques en jaune, en poussant successivement dans les artères des dissolutions de chromate de potasse et d'acétate de plomb, de façon à obtenir, comme dans le procédé de Krause (*b*), un précipité dans l'intérieur des vaisseaux où ces réactifs se rencontrent (*c*).

(*a*) Lacauchie, *Traité d'hydrotomie*, p. 7 et suiv.

(*b*) Krause, *Vermischte Beobachtungen und Bemerkungen* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1837, p. 3 et suiv.).

(*c*) Doyère, *Sur un nouveau procédé d'injections anatomiques* (*Comptes rendus de l'Acad. des sciences*, 1841, t. XIII, p. 75).

qui communiquent les unes avec les autres, et qui res-
ent souvent à des lacunes ou méats interorganiques plutôt
des vaisseaux ordinaires. Ainsi, entre la peau et les
es, on trouve de grands espaces lymphatiques qu'il est
d'insuffler, et J. Müller a constaté que l'air introduit de la
pénètre jusque dans le système circulatoire (1). Autour des
périphériques il existe aussi une sorte de réseau formé par
ultitude de méats analogues, mais très petits, et une série
vités de même nature embrassent les vaisseaux sanguins
testin, de façon à constituer autour de chacun de ceux-ci
orte de gaîne ou de canal concentrique à la paroi vascu-
t partagé intérieurement par une foule de brides ou de
ns incomplètes (2). Enfin ces réseaux ou traînées de

Panizza a cherché vainement à
rir des vaisseaux lymphatiques
uent dits dans les membres de
ouille. Souvent il crut d'abord
jecté quelques ramuscules de
me dans les membranes intér-
s; mais il vit toujours le mer-
répandre presque aussitôt dans
stices cellulaires voisins, et pé-
ensuite dans les grands espaces
tanés de la jambe et de la
(a). Cet anatomiste pensa, par
uent, que les cavités remplies
rte n'appartenaient pas à l'ap-
lymphatique; mais J. Müller a
qu'elles sont occupées par un
qui possède toutes les pro-
caractéristiques de la lymphe.
nier physiologiste n'a pas pu
déterminer si tous les méats du tissu connectif interorganique font partie de ce système, mais il s'est assuré que les cavités sous-cutanées qui sont occupées par la lymphe, et qui se trouvent dans les cuisses, n'ont pas la forme de vaisseaux, et sont seulement des espaces irréguliers situés entre la peau et les muscles. Aussi est-ce par le nom d'*espaces lymphatiques* qu'il désigne les cavités occupées par la lymphe dans l'aisselle et dans d'autres parties du corps (b).

(2) La connaissance de cette disposition curieuse des conduits lymphatiques qui, chez la Grenouille, engainent divers vaisseaux sanguins, est due principalement à Rusconi (c); mais elle n'appartient pas exclusi-

nizza, *Sopra il sistema linfatico dei Rettili, Ricerche zootomiche*, p. 28.
Müller, *Observ. sur l'analyse de la lymphe, du sang et du chyle* (*Ann. des sciences nat.*, série, t. I, p. 340). — *On the Existence of four Distinct Hearts, having Regular Pulsa-onnected with the Lymphatic System in certain Amphibious Animals* (*Philos. Trans.*, . 89 et suiv.).
sconi, *Observations sur les vaisseaux lymphatiques de la Salamandre et de la Gre-extraites d'une lettre adressée à Breschet* (*Ann. des sciences nat.*, 1841, 2e série, t. XV, — *Sopra una particolarità riguardente il sistema linfatico della Salamandra terrestre*. 841.

cellules communiquent avec diverses cavités plus vastes, dont les unes sont limitées par des lames membraneuses seulement.

vement aux Batraciens, et, ainsi que nous le verrons bientôt, un mode d'organisation analogue avait été précédemment aperçu chez certains Reptiles par Bojanus, par Jacobson et par M. E. Weber (*a*). C'est chez la Salamandre terrestre que Rusconi l'a décrite de la manière la plus complète, mais il a trouvé qu'elle est encore plus facile à constater chez la Grenouille. On voit, par les recherches de cet anatomiste, que la plupart des artères des viscères de l'abdomen, et notamment les artères mésentériques, sont logées dans l'intérieur de conduits de ce genre qui, dans certains points, sont unis aux parois du vaisseau inclus, soit par des brides, soit par une sorte de soudure ; et lorsque ces adhérences se multiplient et se raccourcissent, l'espace occupé par la lymphe, au lieu d'avoir la forme d'un cylindre continu, prend l'aspect d'un réseau, surtout quand on l'injecte. Ailleurs le vaisseau sanguin adhère à sa gaîne lymphatique d'une manière presque ininterrompue par deux points opposés de son diamètre, et alors ce vaisseau, au lieu d'être logé dans la cavité de ce conduit périphérique, paraît être simplement bordé par deux vaisseaux lymphatiques satellites qui, d'espace en espace, sont reliés entre eux par des traverses anastomotiques. Il paraît y avoir, à cet égard, beaucoup de variations individuelles, et il est aussi à noter que les anatomistes ne sont pas d'accord sur la question des rapports établis de la sorte entre le système circulatoire et le système lymphatique. Quelques auteurs pensent que la tunique propre du canal lymphatique forme autour du vaisseau sanguin une double gaîne, ou plutôt deux tubes concentriques entre lesquels circulerait la lymphe et s'étendraient des brides filiformes; d'autres supposent que les vaisseaux sanguins sont à nu dans la cavité de ces conduits lymphatiques, et que, par conséquent, ils baignent directement soit dans le chyle, soit dans la lymphe. Rusconi a soutenu cette dernière opinion ; mais je suis disposé à croire que la surface externe du vaisseau sanguin est garnie d'un revêtement membraniforme analogue à la tunique qui circonscrit en dehors le conduit lymphatique. Pour plus de détails à ce sujet, je renverrai au dernier ouvrage publié par Rusconi, sur les lymphatiques des Reptiles (*b*), et j'ajouterai seulement que M. Leydig a fait récemment de nouvelles observations sur l'engainement des vaisseaux sanguins du mésentère par les lymphatiques chez le Pipa (*c*).

(*a*) Bojanus, *Anatome Testudinis europææ*, p. 143, pl. 26, fig. 155.
— Jacobson, *Om de Modificationer det lymphatiske System undergaaer i de lavere Classer af Hvirveldyrene* (*Danske videnskabernes Selskabs Afhandlinger*, 1828, t. III, p. XL).
— Weber, *Ueber das Lymphherz einer Riesenschlange* (*Müller's Arch. für Anat. und Physiol.*, 1835, p. 536).
(*b*) Rusconi, *Riflessioni sopra il sistema linfatico dei Rettili*. Pavia, 1845, avec fig.
(*c*) Leydig, *Lehrbuch der Histologie*, p. 419.

is que les autres ont des parois garnies de fibres muscu-s et sont contractiles.

es premières sont généralement désignées sous le nom de *nes*, ou de réservoirs lymphatiques. L'une d'elles entoure ophage dans toute sa longueur, ou plutôt loge dans son ieur cette portion du tube alimentaire et a pour paroi ne une membrane transparente et mince, mais assez tante; elle est traversée par les vaisseaux sanguins des ibres antérieurs, et elle reçoit le tronc principal des con- lymphatiques de l'estomac. L'autre réservoir est beaucoup vaste et se trouve entre les viscères abdominaux et la ne vertébrale; il est situé entre les deux lames du mésen- là où ces membranes cessent d'être flottantes et vont se nuer avec le péritoine; il s'étend jusqu'au cloaque, en re, et jusque dans le voisinage de la tête, en avant; il loge sa cavité l'aorte ainsi que la veine cave, et l'on voit y ucher des conduits plus ou moins vasculariformes qui pro- nent du réseau lymphatique des intestins, des organes aux et des parties voisines (1).

Lorsqu'on injecte le système atique des Batraciens avec du re, les canaux et les réservoirs cet appareil se compose sont ent déformés par le poids de ce , qu'on ne saurait bien juger de position normale de ces parties, e les figures faites d'après des rations de ce genre (*a*) en don- souvent une idée fausse. Pour en étudier, il est préférable de vir d'un liquide coloré comme t Rusconi (*b*). En procédant de la sorte, cet anatomiste a trouvé près de la surface extérieure de l'intestin grêle une multitude de petits canaux qui logent dans leur intérieur les ramifications artérielles dont ils affectent la forme, et qui vont transversalement déboucher dans un canal longitudinal assez gros, situé le long de la ligne de jonction du mésentère avec cette portion du tube intestinal. Ce canal marginal loge les anses veineuses aussi bien que les arcades terminales des artères mésentériques,

'ar exemple, les figures données par M. Panizza (*Sopra il sistema linfatico dei Rettili*, pl. 5

usconi, *Lettre sur une nouvelle méthode pour injecter le système lymphatique des Rep-* Inn. *des sciences nat.*, 1842, 2e série, t. XVII, p. 111).
Voyez aussi Breschet, *Additions à la lettre précédente* (*loc. cit.*).

Cœurs lymphatiques.

Les réservoirs contractiles ont reçu le nom de *cœurs lymphatiques*, parce qu'ils exécutent des mouvements pulsatiles, comme les cœurs proprement dits. Ils sont au nombre de quatre, et sont disposés par paires : deux dans la région scapulo-cervicale, et deux à la partie antérieure et dorsale des cuisses. Ces dernières reçoivent le liquide versé par les espaces lymphatiques des membres postérieurs et par des conduits qui viennent de la région lombaire ; mais les embouchures de ces canaux paraissent être garnies de replis valvulaires, de façon à empêcher tout reflux ; enfin ces poches ischiatiques, ou

et donne naissance postérieurement à une série de canaux qui servent aussi de gaines à ces vaisseaux sanguins et qui convergent vers le point où le mésentère rejoint la paroi dorsale de l'abdomen. Là ces canaux se réunissent en un large sinus qui est traversé par ces mêmes vaisseaux, et qui se continue avec le réservoir prévertébral ou grande citerne lymphatique (*a*).

Des canalicules analogues, mais qui, pour la plupart, sont indépendants des vaisseaux sanguins ou les côtoient seulement, forment sur le gros intestin et sur la vessie urinaire des réseaux encore plus riches (*b*), dont les troncs efférents débouchent aussi dans la grande citerne. On voit, par les recherches de M. Panizza, qu'il existe également un réseau de lymphatiques à mailles assez serrées sur les ovaires et sur les poumons, à la base desquels ces canalicules se réunissent en deux grands sinus irréguliers qui se continuent à leur tour avec la citerne. Enfin, quelques ramuscules vasculariformes, en connexion avec la partie postérieure de ce grand réservoir, rampent sur la paroi inférieure de l'abdomen, et y accompagnent les divisions des artères épigastriques (*c*). M. Robin a constaté aussi l'existence d'un réseau lymphatique sur les ovaires, l'estomac, la vésicule biliaire, etc. (*d*).

La citerne, ou réservoir lymphatique prévertébral où tous ces canaux vont aboutir, est une énorme poche membraneuse qui a été figurée dans l'état de distension par M. Panizza (*e*), mais qui, en général, est affaissée sur elle-même. Ainsi que je l'ai déjà dit, elle est de forme irrégulière et occupe toute la portion dorsale de la cavité viscérale ; antérieurement, elle se rétrécit et se termine en cul-de-sac de chaque côté de l'œsophage, sous les muscles cervicaux ; en dessus, elle est limitée par la colonne vertébrale et les muscles latéraux de celle-ci ; de cha-

(*a*) Rusconi, *Riflessi sopra il sistema linfatico dei Rettili*, p. 74, pl. 1, fig. 2, et pl. 4, fig. 1.
(*b*) Rusconi, *Op. cit.*, pl. 1, fig. 10.
(*c*) Panizza, *Op. cit.*, pl. 6, 8 et 9.
(*d*) Robin, *Note sur les lymphatiques des viscères abdominaux des Grenouilles, et sur leurs réservoirs* (*l'Institut*, 1846, t. XIX, p. 54).
(*e*) Panizza, *Op. cit.*, p. 18, pl. 6, fig. 7.

mphatiques postérieurs, communiquent avec les troncs voisins, de sorte qu'en injectant de l'air ou du mer- ıs leur intérieur, on fait passer immédiatement ce ıns le système sanguin. Les réservoirs cervicaux, ou ymphatiques antérieurs, débouchent dans les veines ːs, et ils sont en connexion avec les méats lympha- e l'aisselle : il y a quelques raisons de croire que la citerne prévertébrale s'y ouvre aussi ; mais les rap- celle-ci avec le système veineux n'ont pas été constatés anière satisfaisante (1).

en dessous, elle est circon- les viscères et par les deux éreux qui enveloppent ces constituent le péritoine ; arrière, elle se rétrécit de se termine sur les côtés du l'artère aorte et la veine versent suivant son grand sont entièrement libres, ır les branches vasculaires lent de ces troncs vers les convoisines.

rvoir péri-œsophagien que figuré sous le nom d'*outre ue* (*a*), et que M. Robin a dé- plus de détail, loge dans sa portion antérieure du tube e. Cette poche s'étend de la térieure du pharynx au com- ıt de l'estomac, et lorsqu'elle , elle peut avoir le volume sse noisette ; elle est libre de toutes parts, excepté du côté dorsal, où elle adhère au réservoir principal, et elle repose sur le cœur.

(1) Les réservoirs pulsatiles ou cœurs lymphatiques des Batraciens ont été découverts, en 1832, par J. Müller, et M. Panizza, sans avoir eu connaissance de ce fait, en donna une description peu de temps après (*b*). Ce sont de petites poches dont les parois membraneuses sont garnies de fibres musculaires striées (*c*), et dont les battements ne sont synchroniques ni avec les mouvements respiratoires, ni avec les contractions du cœur. Les pulsations qu'on y voit ne dépendent en aucune façon de l'action de ce dernier organe, car elles persistent après qu'on l'a enlevé, et même après que le train postérieur a été séparé du reste du corps. Il est aussi à noter que ces différents réceptacles ne se con-

i, *Op. cit.*, p. 114, pl. 4, fig. 10.
er, *Beobacht. zur Analyse der Lymphe, des Blutes und des Chylus* (Poggendorff's *Ann. des sciences nat.*, 1833, 2ᵉ série, t. I, p. 339). — *On the Existence of four rts, having Regular Pulsations connected with the Lymphatic System in certain Animals* (*Philos. Trans.*, 1833, p. 89).
a, *Sopra il sistema linfatico dei Rettili*. Pavia, 1833.
ractères histologiques de ces fibres contractiles ont été d'abord constatés chez des M. Valentin, puis chez des Crapauds par M. Leydig (*Anatomische histologische gen über Fische und Reptilien*, p. 58).

Analogie entre ce système lymphatique et certaines parties du système cavitaire des Invertébrés.

Cet ensemble de cavités, dont la plupart ressemblent à des cellules irrégulières, et dont d'autres affectent la forme de vaisseaux variqueux et tortueux, a la plus grande analogie avec la portion périphérique du système irrigatoire cavitaire que nous avons vu coexister avec l'appareil sanguifère chez certains Animaux invertébrés, tels que les Annélides; seulement, au lieu de communiquer librement avec la grande chambre viscérale, comme chez ceux-ci, les méats lymphatiques de la Grenouille sont séparés de la cavité de l'abdomen par la membrane

tractent pas toujours simultanément.

Les cœurs lymphatiques de la paire postérieure, ou réservoirs ischiatiques, sont situés sous la peau, derrière l'articulation du fémur, près de l'anus (*a*); ils reposent sur les gros vaisseaux sanguins de la cuisse, et leurs pulsations sont visibles à travers les téguments. Müller a reconnu qu'en les insufflant, il est parfois possible de faire parvenir l'air dans tous les méats lymphatiques des membres postérieurs, ainsi que dans deux grandes cavités situées sur les côtés de la portion dorsale de l'abdomen, l'une sous la peau, l'autre entre les muscles et le péritoine ; mais il croit que les embouchures de ces cavités sont garnies de valvules. Les espaces lymphatiques de la cuisse sont situés en partie sous la peau, en partie entre les muscles, et ils se réunissent successivement pour former plusieurs grands troncs qui se rendent au réservoir ischiatique correspondant ; enfin celui-ci est aussi en relation avec un conduit lymphatique qui longe l'artère iliaque, et qui paraît s'anastomoser avec sa congénère, puis se diriger en avant en côtoyant l'aorte, mais qui ne se laisse pas injecter d'arrière en avant. Enfin, chacun de ces réservoirs pulsatiles communique avec la grosse veine ischiatique adjacente, de façon que les fluides poussés dans ces poches pénètrent facilement dans ces vaisseaux et vont de là dans le système porte rénal (*b*).

Les cœurs lymphatiques antérieurs sont placés de chaque côté de la région dorso-cervicale, et sont adossés aux grandes apophyses transverses de la troisième vertèbre, entre la colonne épinière et l'omoplate, dont ils dépassent un peu le bord postérieur; ils sont arrondis en arrière et un peu rétrécis en avant, où ils communiquent avec une branche de la veine jugulaire, et y versent de la lymphe de façon à distendre ce vaisseau chaque fois qu'ils se contractent, circonstance qui, mal observée par Marshall-Hall, avait conduit ce physiologiste à croire que chez la Grenouille il existe

(*a*) Voyez Rusconi, *Riflessi sopra il sistema linfatico dei Rettili*, pl. 4, fig. 7.
(*b*) Voyez ci-dessus, tome III, page 399.

ont les parois de celle-ci sont tapissées (1). Je suis
rté à croire que cette analogie n'est pas apparente
t, et que l'appareil lymphatique de ces Vertébrés est
un démembrement du système cavitaire général com-
celui que nous avons déjà vu s'établir chez les Inver-
juand l'appareil sanguifère est devenu distinct des
nterorganiques circonvoisines. La formation de cet
ouveau serait donc la conséquence d'un progrès ulté-
is le travail organogénique qui, chez les Animaux
, a amené la distinction du système circulatoire, et
enant aurait pour résultat la constitution d'un second
ıydraulique assez semblable au premier, lorsque celui-
encore que très incomplet.

est ainsi, nous pouvons nous attendre à voir le sys-
ıphatique des Vertébrés se perfectionner en revêtant
ement les différentes formes par lesquelles l'appareil
e a passé chez les Animaux inférieurs; se régulariser
n plus; perdre peu à peu la forme de méats polymor-

gion cervicale des artères
).

Crapauds, la disposition
lymphatique est à peu
ne que chez la Grenouille
mais chez le *Ceratophys*
tracien de l'Amérique, très
lle-ci, M. Leydig a signalé
de six paires de réservoirs
, savoir, une paire située
ordinaire dans la région
et deux paires dans la ré-
ique (*b*).

(1) Ainsi que je l'ai déjà dit dans une précédente Leçon (*c*), M. de Quatrefages a signalé la ressemblance qui existe entre certaines portions du système lacunaire général des Annélides et l'appareil lymphatique des Vertébrés. Ce naturaliste considère plus particulièrement comme étant des lymphatiques les conduits vasculariformes qui portent le fluide cavitaire dans les appendices respiratoires des Branchellions (*d*).

-Hall, *A Critical and Experimental Essay on the Circulation of the Blood*, 1831,

ig, *Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien*, p. 58.
-dessus, tome III, page 249.
trefages, *Mémoire sur le Branchellion* (*Ann. des sciences nat.*, 1852, 3e série,
07).

phes, pour affecter celle de tubes dendroïdes; s'endiguer de mieux en mieux, et constituer finalement un vaste ensemble de conduits tubulaires dont les racines seraient répandues au loin dans l'organisme et dont les troncs se centraliseraient de plus en plus. Si ce perfectionnement s'obtient d'une manière conforme aux principes généraux que j'ai si souvent invoqués dans ces Leçons, nous devons voir aussi les parties périphériques de ce système conserver des caractères d'infériorité là où les parties centrales sont déjà des tubes membraneux parfaitement constitués, et nous devons rencontrer aussi une centralisation croissante dans les communications qui existent entre cet ordre de canaux et les vaisseaux sanguins. Enfin, nous devons voir également la structure de ces conduits se compliquer de façon à spécialiser davantage leurs fonctions et à régulariser la marche du liquide qu'ils sont chargés de transporter. Or, ces prévisions sont toutes confirmées par l'observation; et si nous comparons le système lymphatique des Reptiles, des Oiseaux et des Mammifères à celui des Batraciens, nous verrons se réaliser successivement toutes les modifications que je viens d'indiquer.

Lymphatiques des Salamandres.

Déjà même, chez quelques Batraciens, on trouve des indices de ce genre de perfectionnement, et chez les Salamandres, par exemple, la plus grande partie du réservoir prédorsal devient tubiforme, de façon à ressembler davantage au canal thoracique des Vertébrés supérieurs (1); mais, dans la classe des Poissons,

(1) Chez les Salamandres et les Tritons, la disposition générale du système lymphatique est à peu près la même que chez la Grenouille; on y trouve une paire de réservoirs contractiles dans la région pelvienne (*a*), et une seconde paire (qui avait échappé aux recherches de Müller) dans la région scapulaire (*b*). Le mode de conformation des chylifères est à peu près le même que chez ce Batracien, et les vaisseaux sanguins du mésentère sont toujours logés dans leur intérieur; mais la citerne lymphatique qui est

(*a*) J. Müller, *Op. cit.* (*Philos. Trans.*, 1833, p. 91).
(*b*) J. Meyer, *Systema Amphibiorum lymphaticum disquisitionibus novis examinatum*. Berlin, 1845.

e de quelques parties de ce système commence à nous trouvons d'autres caractères d'infériorité dont irculatoire de divers Animaux invertébrés nous a les exemples.

Dans la CLASSE DES POISSONS, le système lympha- encore que très imparfaitement connu (1), mais il ıir plus distinct du système lacunaire interorganique, Système lymphatique des Poissons.

›int de réunion, à la base ·epli mésentérique, est petite, et prend la forme à peu près cylindrique ısi bien qu'en avant de moyenne du tronc, de ter dans cette dernière n de *canal thoracique*; au lieu d'être libre dans est adhérente à sa paroi :ncontre aussi un grand des filiformes qui s'éten- rface libre du vaisseau face interne du conduit il est facile de voir que ı venaient à se raccour- ir, le canal lymphatique, simple, se trouverait une espèce de plexus Les préparations figu- ınizza font voir que vers ·ieure du thorax, ce gros ןue se bifurque pour se ors vers les veines sous- ·eçoit dans cette région canaux lymphatiques provenant des parties u cou et de la tête. Suivant cet anatomiste, les plexus axillaires déboucheraient dans les veines sous-clavières par plusieurs petits orifices, et le système lymphatique ne communiquerait pas avec le système sanguin sur d'autres points (*b*); mais il ne connaissait pas l'existence des réservoirs pulsatiles qui paraissent s'ouvrir également dans les veines. M. Panizza décrit aussi un réseau lymphatique vasculaire très riche, situé sur les oviductes, et deux réceptacles, ou citernes latérales, qui sont placés dans la partie lombaire de la cavité abdominale, entre les testicules et la citerne médiane.

(1) Vers la fin du siècle dernier, une question de priorité relative à la découverte des lymphatiques dans la classe des Poissons donna lieu à une polémique très vive entre deux anatomistes distingués de la Grande-Bretagne, Hewson et A. Monro (*c*); mais l'existence de ce système chez ces Animaux était connue longtemps avant cette époque, car elle fut signalée en 1652 par Th. Bartholin, dont le nom revient si souvent lorsqu'il s'agit

›. *cit.*, p. 87, pl. 2, fig. 1 et 8.
›. *cit.*, p. 26, pl. 5, fig. 3 et 4.
State of Facts concerning the First Proposal of Performing the Paracentesis of account of Air diffused, and on Lymphatic Vessels in Oviparous Animals Structure and Physiology of Fishes, p. 38 (1785).
ppendix relating to the Discovery of the Lymphatic System in Birds, Fishes, etc. ı suiv.).

et l'on y aperçoit des tubes membraneux mieux caractérisés. Il se compose de deux portions appartenant, l'une aux viscères abdominaux, l'autre à la peau, aux muscles et aux parties voisines. Cette dernière se subdivise à son tour en deux ordres de vaisseaux, les uns superficiels, les autres profonds.

de l'histoire des vaisseaux de cet ordre (*a*). Quoi qu'il en soit, Hewson fit sur ce sujet d'excellentes observations qui ne sont pas assez présentes à la mémoire de quelques anatomistes de nos jours (*b*) ; et A. Monro, tout en confondant souvent les veines avec les lymphatiques, contribua aussi à avancer nos connaissances relatives à cette partie de l'histoire anatomique des Poissons (*c*). Plus récemment, cette étude a été poursuivie avec beaucoup de persévérance par Fohmann, dont j'ai déjà eu l'occasion de citer les travaux (*d*). Enfin M. Hyrtl, d'une part (*e*), et MM. Agassiz et Vogt, de l'autre (*f*), ont ajouté des résultats importants à ceux obtenus par les recherches de leurs devanciers, et quelques autres anatomistes se sont occupés des mêmes questions; mais l'histoire du système lymphatique des Poissons est cependant encore fort incomplète et très obscure dans plusieurs de ses parties.

Dans ces dernières années, on a même élevé des doutes sur la nature de quelques parties qui sont généralement attribuées à ce système de vaisseaux. Ainsi M. Robin a trouvé du sang dans le vaisseau latéral chez les Raies et les Squales, circonstance qui l'a porté à croire que ces organes ne sont que des vaisseaux veineux (*g*), et je dois ajouter que M. Natalis Guillot, en étudiant le vaisseau latéral chez des Carpes vivantes, en a vu sortir du sang (*h*) ; mais M. Hyrtl a reconnu que, dans la plupart des cas au moins, ce même vaisseau ne renferme qu'un liquide séreux. Il est aussi à noter que MM. Agassiz et Vogt paraissent avoir confondu les vaisseaux mucipares de la tête avec les lymphatiques, et c'est de la sorte qu'ils ont été conduits à penser que ces derniers communiqueraient à l'extérieur par des orifices pratiqués dans la peau (*i*).

(*a*) Bartholin, *De lacteis thoracicis in homine brutisque nuperrime observatis historia anatomica*, 1652, p. 70. — *De lacteis venis sententia*, cl. V. G. Harvæi expensa J. D. Horstio, 1655.

(*b*) Hewson, *An Account of the Lymphatic System in Fishes* (*Philos. Trans.*, 1769, t. LIX, p. 204). — *Experimental Inquiries*, 2ᵉ part., *Descript. of the Lymphatic System*, chap. V (*Works*, p. 152 et suiv.).

(*c*) Monro, *The Structure and Physiology of Fishes*, p. 29 et suiv. (1785).

(*d*) Fohmann, *Das Saugadersystem der Wirbelthiere*, 1ˢ Heft, 1827.

(*e*) Hyrtl, *Ueber die Caudal-und Kopf-Sinuse der Fische und das damit zusammenhängende Seitengefäss-System* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1843, p. 224, trad. dans les *Annales des sciences nat.*, 2ᵉ série, t. XX, p. 215).

(*f*) Agassiz et Vogt, *Anatomie des Salmonés*, p. 134 et suiv. (extr. des *Mémoires de la Soc. des sciences naturelles de Neufchâtel*, 1845).

(*g*) Robin, *Note sur le système sanguin et lymphatique des Raies et des Squales* (Journ. l'Institut, 1845, t. XIII, p. 452).

(*h*) Voyez Robin, *Sur les vaisseaux lymphatiques des Poissons* (*Arch. gén. de méd.*, partie anatomique, 1845, p. 65).

(*i*) Agassiz et Vogt, *Op. cit.*, p. 137.

Le système lymphatique sous-cutané constitue en général trois troncs principaux qui ont une direction longitudinale, et qui sont situés, l'un sur la ligne médiane du ventre (1), les deux autres sur les flancs, dans le sillon qui sépare entre elles les masses musculaires de la portion dorsale et de la portion ventrale du corps, et qui se reconnaît extérieurement parce qu'il correspond à la ligne latérale que l'on distingue en général très nettement depuis la tête jusqu'à la base de la nageoire caudale. Dans la région scapulaire, le vaisseau médian-abdominal se bifurque, et ses deux branches remontent sous la ceinture osseuse qui soutient les nageoires pectorales; elles s'y renflent beaucoup, de façon à constituer deux grands réservoirs dans lesquels viennent déboucher les vaisseaux latéraux dont il vient d'être question, ainsi que divers canaux provenant de la tête. Enfin ces branches communiquent de chaque côté avec l'une des grosses veines qui se rendent au cœur, et les ouvertures à l'aide desquelles ces relations s'établissent sont garnies de valvules disposées de façon à permettre le passage des liquides des réservoirs dans le système sanguin, et à empêcher également le reflux du sang des veines dans le système lymphatique. Quant aux vaisseaux latéraux, ils se terminent postérieurement en un sinus qui est situé à la base de la nageoire caudale, et qui les fait communiquer non-seulement entre eux, mais aussi avec le tronc de la veine caudale, lequel naît de deux

(1) L'existence de ce tronc lymphatique médian abdominal a été constatée chez l'Églefin (*Gadus æglefinus*) par Hewson et par Monro (*a*). M. Robin l'a trouvé aussi chez les Squales et les Raies (*b*). Enfin M. Stannius l'a vu chez les Salmonés, les Clupes, les Gadoïdes, etc., et il pense qu'il existe chez tous les Poissons osseux (*c*), de même que chez les Plagiostomes. MM. Hyrtl, Agassiz et Vogt n'ont pas parlé de ce vaisseau.

(*a*) Hewson, *Op. cit.* (*Works*, p. 152).
— Monro, *The Structure and Physiology of Fishes*, pl. 25, fig. 2.
(*b*) Robin, *Op. cit.* (*Revue zoologique*, 1845).
(*c*) Stannius und Siebold, *Handbuch der Zootomie*, zweite Auflage, t. 1, p. 253.

orifices à bords valvulaires, pratiqués dans les parois de ces poches lymphatiques (1).

Ce système de vaisseaux reçoit une multitude de branches secondaires qui rampent sous la peau, et, comme nous venons de le voir, il débouche dans les veines par ses deux extrémités, c'est-à-dire dans le voisinage de la base du crâne et à l'origine de la nageoire caudale. Les réservoirs ou sinus situés dans ces points de jonction varient un peu quant à leur disposition, et dans

(1) Ces vaisseaux latéraux ont été brièvement décrits par Hewson et par Monro; mais, jusqu'à ces derniers temps, on ignorait leur connexion avec la veine caudale. MM. Agassiz et Vogt furent les premiers à constater leur anastomose avec ce vaisseau sanguin (*a*), et l'on doit à M. Hyrtl des recherches très approfondies sur leur mode de terminaison dans la région caudale (*b*).

Chez le Brochet et chez un assez grand nombre d'autres Poissons osseux, dont cet anatomiste habile a étudié la structure, ces vaisseaux marchent parallèlement au canal mucipare qui, de chaque côté du corps, longe la ligne latérale, mais ils sont situés un peu plus profondément et ne communiquent pas avec ce tube. Leurs parois sont très minces et adhèrent intimement aux parties circonvoisines. Leur diamètre, chez des Brochets et des Tanches de 30 à 40 centimètres de long, est de un demi à un millimètre seulement, et, d'espace en espace, ils reçoivent une série de branches transversales qui sont également sous-cutanées et qui se dirigent les unes vers le dos, les autres vers la face ventrale du corps pour s'y ramifier et s'y résoudre en un réseau grossier dont les mailles entourent les espaces correspondants aux écailles. Parvenu près de l'extrémité de la queue, chacun de ces vaisseaux latéraux se renfle de façon à constituer un sinus qui est appliqué contre la base osseuse de la nageoire caudale, et qui communique avec son congénère au moyen d'un canal transversal, lequel perfore la base d'un des rayons de la dernière vertèbre coccygienne. Une valvule paraît exister dans le point où le vaisseau latéral débouche dans ce sinus caudal, et empêcher le passage du liquide de ce réservoir au dehors. D'autres vaisseaux plus petits, qui viennent de la nageoire caudale, s'ouvrent également dans chacun de ces réservoirs, et ceux-ci, à leur tour, communiquent avec l'extrémité de la veine caudale, qui est bifurquée et qui semble prendre naissance de ces organes, dont les parois membraneuses sont en continuité avec sa tunique

(*a*) Vogt, *Ueber die Schleimgänge der Fische* (*Amtlicher Bericht über die Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte zu Mainz*, 1842, p. 220).

(*b*) Hyrtl, *Ueber die Caudal- und Kopf-Sinuse der Fische* (Müller's *Archiv für Anat. und Phys.*, 1843, p. 224). — *Sur les sinus caudal et céphalique des Poissons, et sur le système de vaisseaux latéraux avec lesquels ils sont en connexion* (*Ann. des sciences nat.*, 1843, 2e série, t. XX, p. 215).

quelques cas ils sont bien manifestement contractiles, de façon à constituer des espèces de cœurs lymphatiques comparables à ceux que nous avons déjà rencontrés chez les Batraciens. Cette propriété est surtout remarquable chez l'Anguille, où le sinus caudal bat d'une manière rhythmique et avec tant de force, que ses pulsations peuvent être facilement aperçues à travers les téguments (1).

interne, mais dont la cavité est séparée de la sienne par un appareil valvulaire (*a*).

Le mode de terminaison du vaisseau latéral dans la veine dorsale, qui marche d'arrière en avant sous la colonne vertébrale, est le même chez les Truites (*b*), ainsi que chez les Squales et les Raies (*c*).

Chez les Silures, on trouve de chaque côté, au lieu d'un seul vaisseau latéral, trois troncs qui se dirigent à peu près parallèlement vers la queue, et s'y réunissent pour déboucher dans le sinus caudal (*d*).

Chez quelques Poissons, tels que le Brochet, le Gardon, le Carassin, le Goujon, le Barbeau et le Sterlet, le vaisseau latéral se prolonge jusque dans la tête, et va se terminer sous la base du crâne, dans un sinus qui est situé en dedans de la veine jugulaire, et qui à son tour débouche dans celle-ci par un petit canal transversal (*e*). Mais chez les Salmonés (*f*), les Gades (*g*), les Raies et les Squales (*h*), les vaisseaux latéraux s'ouvrent dans une paire de grands sinus cervicaux qui descendent derrière la ceinture scapulaire et qui se réunissent entre eux inférieurement sur la ligne médiane, dans le point où le vaisseau médian abdominal vient y aboutir. Chacun de ces sinus, ou réservoirs scapulaires, communique avec la veine cave antérieure, ou canal de Cuvier, par un orifice garni de valvules.

Quelquefois, par exemple, chez le Sandre (*Leucioperca*), la Tanche (*T. Chrysitis*) et le Chabot (*Cottus gobio*), les deux modes de communication entre l'extrémité antérieure du vaisseau latéral et le système veineux coexistent (*i*).

(1) Pour étudier les battements de ce réservoir contractile chez les jeunes Anguilles, il suffit d'étendre la portion caudale du corps sur une lame de verre et de l'examiner par transparence. Cet organe a été vaguement aperçu, il

(*a*) Hyrtl, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 2e série, t. XX, pl. 6, fig. 1 à 5).
(*b*) Agassiz et Vogt, *Anatomie des Salmonés*, p. 135, pl. K, fig.
(*c*) Robin, *Sur les vaisseaux lymphatiques des Poissons* (*Revue zoologique* de Guérin, 1845, p. 224).
(*d*) Hyrtl, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 2e série, t. XX, p. 224).
(*e*) Idem, *ibid.* (*loc. cit.*, p. 226).
(*f*) Monro, *Op. cit.*, pl. 27, fig. 1.
— Agassiz et Vogt, *Op. cit.*, pl. L, fig. 7.
(*g*) Monro, *Op. cit.*, pl. 24, fig. 1 (la Morue); pl. 25, fig. 1 (Églefin).
(*h*) Idem, *ibid.*, p. 30, pl. 28.
(*i*) Hyrtl, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 2e série, t. XX, p. 227).

D'autres troncs lymphatiques longitudinaux se voient aussi près de la ligne médiane du dos, mais ils n'ont qu'une importance secondaire. De même que les précédents, ils communiquent avec des branches transversales qui suivent les intersections aponévrotiques des muscles latéraux, et, à l'aide des anastomoses établies de la sorte, toutes les parties superficielles de ce système vasculaire se trouvent reliées entre elles (1).

Les vaisseaux lymphatiques profonds du corps se rendent pour la plupart dans des troncs longitudinaux qui sont placés près de la face interne de la cavité abdominale et qui s'ouvrent

y a près de deux siècles, par Leeuwenhoek (a), mais n'avait que peu attiré l'attention des physiologistes, lorsque, en 1836, Marshall-Hall publia à ce sujet des observations qu'il croyait être complétement nouvelles (b). Ce dernier auteur considéra ce sinus caudal lymphatique comme un réservoir sanguin, et le désigna sous le nom de *cœur caudal*. Mais, peu de temps après, J. Müller en reconnut la véritable nature. Les pulsations qui s'y manifestent paraissent, au premier abord, avoir leur siége dans la veine caudale, mais dépendent en réalité des contractions des parois du renflement terminal des vaisseaux latéraux. Ces mouvements n'ont aucun rapport avec ceux du cœur, et s'élèvent parfois à plus de 150 par minute, pendant que le cœur ne se contracte que 60 fois, ou même beaucoup moins. Enfin, le liquide contenu dans ce sinus est de la lymphe (c). J. Müller a trouvé un organe pulsatile analogue chez le Murænophis (d); mais M. Hyrtl n'a pu apercevoir aucun signe de contractilité dans les parois du sinus caudal chez les autres Poissons dont il a étudié l'anatomie. Dans les sinus céphaliques, au contraire, il croit avoir constaté cette propriété (e).

Je dois ajouter que les troncs du système lymphatique des Poissons paraissent ne pas être doués d'irritabilité, car M. Stannius n'a pu y déterminer de contraction en les excitant par le galvanisme (f).

(1) Les vaisseaux longitudinaux dorsaux ont échappé aux recherches de la plupart des anatomistes, mais leur existence a été constatée par M. Stannius chez les Chabots et les Silures (g).

(a) Leeuwenhoek, *Arcana Naturæ detecta*, epist. LXVI (*Opera omnia*, t. II, p. 174).
(b) Marshall-Hall, *A Critical and Experimental Essay on the Circulation of the Blood*, 1836, p. 170, pl. 10.
(c) J. Müller, *Bemerkungen über eigenthümliche Herzen des Arterien- und Venensystems* (*Archiv für Anat. und Physiol.*, 1842, p. 477).
(d) Müller, *On the Existence of Four Distinct Hearts*, etc. (*Philos. Trans.*, 1833, p. 93).
(e) Hyrtl, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 2e série, t. XX, p. 225).
(f) Stannius und Siebold, *Handbuch der Zootomie*, 2e édit., 1854, t. I, p. 254.
(g) Stannius und Siebold, *ibid.*, p. 253.

ntérieurement dans les sinus scapulaires ou céphaliques dont l a été déjà question. En général, on trouve un ou deux de es conduits qui longent la colonne vertébrale en dessous et qui côtoient l'aorte (1).

Les vaisseaux lymphatiques des viscères sont très nombreux et varient beaucoup dans leur disposition. Tantôt ils forment sur toute l'étendue des parois de l'estomac et de l'intestin un lacis très serré et fort irrégulier; d'autres fois ils accompagnent les vaisseaux sanguins et les entourent d'un réseau anastomotique (2).

(1) Fohmann a décrit et figuré chez l'Anguille deux troncs longitudinaux qui marchent sous la colonne vertébrale, et qui, d'espace en espace, sont reliés entre eux par de petites traverses anastomotiques; des vaisseaux lymphatiques provenant des muscles du tronc y débouchent assez régulièrement, et à leur partie antérieure ces troncs communiquent avec deux sinus céphaliques que cet anatomiste désigne sous le nom de *réceptacles chylifères* (a). M. Stannius a rencontré deux troncs semblables chez beaucoup de Poissons osseux (b).

J. Müller a trouvé chez les Myxines un tronc lymphatique qui, dans toute la longueur du corps, marche entre la colonne vertébrale et les gros vaisseaux sanguins, et qui dans la tête se bifurque au-dessus des branchies; mais cet anatomiste n'a pu découvrir les anastomoses de ce réservoir avec le système veineux (c).

M. Robin a trouvé chez les Squales une paire de gros vaisseaux lymphatiques sous-péritonéaux qui sont appliqués contre les parois latérales de la cavité abdominale, et qui se terminent antérieurement dans la bifurcation du vaisseau médian abdominal, derrière la ceinture scapulaire. En arrière, ils se réunissent entre eux en forme d'anse, et reçoivent de chaque côté un tronc anastomotique qui contourne la base de la nageoire ventrale et va déboucher dans le vaisseau latéral correspondant. Deux autres troncs anastomotiques se portent sur les côtés du cloaque et vont se joindre avec le vaisseau médian abdominal, de façon que dans la région pelvienne les trois troncs longitudinaux sous-cutanés et les deux troncs sous-péritonéaux communiquent facilement entre eux. La disposition de cette portion du système lymphatique est à peu près la même chez les Raies (d).

(2) Fohmann a constaté que chez la Torpille la portion moyenne du tube intestinal est couverte d'un réseau lymphatique extrêmement serré, d'où

(a) Fohmann, *Das Saugader-System der Wirbelthiere*, p. 24, pl. 4.
(b) Stannius et Siebold, *Nouveau manuel d'anatomie comparée*, t. II, p. 121.
(c) J. Müller, *Vergleichende Anatomie der Myxinoiden* (*Mémoires de l'Académie des sciences de Berlin pour* 1839, p. 190).
(d) Robin, *Op. cit.* (*Revue zoologique* de Guérin, 1845, p. 225).

Chez l'Anguille, par exemple, ils offrent la première de ces dispositions, et vont pour la plupart déboucher dans des sinus à structure caverneuse qui longent le tube digestif et qui communiquent, par l'intermédiaire d'autres plexus vasculaires, avec les troncs lymphatiques sous-rachidiens déjà mentionnés (1).

part un faisceau de gros vaisseaux variqueux ou même celluleux, qui remonte vers le foie, et qui, chemin faisant, reçoit deux plexus d'une structure analogue, venant, l'un de la grande courbure de l'estomac, l'autre de la petite courbure du même organe. Près de la face postérieure du foie, ce faisceau mésentérique reçoit deux autres plexus provenant, l'un de la vésicule du fiel dont les lymphatiques forment un réseau très serré, l'autre du foie; puis il se réunit à un autre faisceau composé de troncs variqueux encore plus gros et plus nombreux, qui vient de la portion terminale de l'intestin, qui reçoit les lymphatiques des oviductes et qui s'avance derrière l'œsophage (*a*). Ce dernier paquet de gros vaisseaux irréguliers et parallèles, mais plexiformes, peut être comparé au réservoir de Pecquet, et bientôt se bifurque pour aller se terminer dans les deux veines sous-clavières par un grand nombre d'embouchures fort rapprochées et garnies de valvules (*b*). Les lymphatiques qui longent en dessous la colonne vertébrale, et qui recueillent les branches rénales de ce système, débouchent également dans ces faisceaux terminaux, qui peuvent être considérés comme les représentants des canaux thoraciques des Vertébrés supérieurs, et qui reçoivent aussi d'autres plexus venant des branchies, de la tête et des parties latérales du corps.

Chez les Raies, la disposition du système lymphatique abdominal est à peu près la même que chez la Torpille, mais les vaisseaux qui constituent les plexus terminaux sont moins gros et moins variqueux; enfin la communication avec les veines se fait de chaque côté par un seul canal qui ne se dilate pas en forme de sinus, et qui est pourvu d'un seul orifice efférent, lequel débouche dans la veine sous-clavière au point de jonction de celle-ci avec la jugulaire (*c*).

M. Robin a constaté que chez les Raies et les Squales, ainsi que chez divers Poissons osseux, les vaisseaux lymphatiques du système viscéral communiquent librement avec les branches des vaisseaux sous-cutanés à l'aide de conduits anastomotiques situés dans la partie postérieure de l'abdomen (*d*).

(1) Les principaux sinus lymphatiques du système viscéral de l'Anguille ont été décrits par Fohmann, et sont au nombre de trois. L'un de ces

(*a*) Fohmann, *Op. cit.*, pl. 1.
(*b*) Idem, *ibid.*, pl. 2.
(*c*) Monro, *Op. cit.*, p. 30, pl. 18.
(*d*) Robin, *Op. cit.* (*Revue zoologique*, 1845, p. 226).

Chez d'autres Poissons, tels que le Brochet, ces sinus viscéraux sont remplacés par des faisceaux de canaux anastomosés en manière de lacis. Il en est de même chez les Gades, et chez les Raies ce mode d'organisation est encore mieux caractérisé (1).

Il est aussi à noter que chez ces Plagiostomes les vaisseaux lymphatiques viscéraux engainent souvent les vaisseaux sanguins de la même manière que chez les Batraciens, et que ces derniers organes donnent parfois naissance à des ramuscules qui se pelotonnent en forme de glomérules et sont libres dans l'intérieur des premiers (2). Quelques anatomistes considèrent aussi divers tissus spongieux qui se trouvent dans le voisinage du tube alimentaire ou dans la tête de certains Poissons comme

éservoirs, long et étroit, occupe toute a face inférieure de l'estomac; un econd est placé entre ce dernier rgane et l'intestin; enfin le troisième uit le bord opposé de l'intestin et se oge entre celui-ci et les organes de a génération, qui, de même que l'intestin, y envoient beaucoup de branches. Ces sinus sont subdivisés intérieurement par une multitude de brides et de lamelles membraneuses, et on ne les trouve jamais distendus par le liquide qu'ils charrient (a).

(1) Ainsi sur l'estomac du Turbot les lymphatiques forment une gaîne réticulaire autour des principaux vaisseaux sanguins (b).

Chez le Silure, les lymphatiques constituent un plexus très serré qui couvre toute la surface de l'estomac (c).

Chez l'*Anarrhichas lupus*, les lymphatiques couvrent aussi d'un plexus très serré la surface externe de l'intestin: mais dans le mésentère ils ne constituent qu'un réseau scalariforme autour des vaisseaux sanguins (d).

(2) La découverte de ce mode d'organisation est due à M. Leydig (e), et s'observe non-seulement chez les Raies, mais aussi dans le tissu spongieux qui constitue autour du cœur des Esturgeons les appendices dont il a déjà été question (f), et qui semblent être des dépendances du système lymphatique (g).

(a) Fohmann, *Op. cit.*, p. 26, pl. 3.
(b) Idem, *ibid.*, p. 27, pl. 6, fig. 2.
(c) Idem, *ibid.*, p. 27, pl. 6, fig. 1.
(d) Idem, *ibid.*, pl. 9, fig. 2.
(e) Leydig, *Anatomisch-histologische Untersuchungen über Fische und Reptilien*, p. 24, pl. 1, fig. 8.
(f) Voyez ci-dessus, tome III, page 320.
(g) Leydig, *Op. cit.*, p. 25, pl. 1, fig. 3.

étant des dépendances du système lymphatique, et les comparent aux ganglions que nous rencontrerons chez les Vertébrés supérieurs; mais cette analogie n'est pas encore suffisamment démontrée, et l'on ne sait encore que peu de chose sur la structure de ces parties (1).

J'ajouterai que dans cette classe d'Animaux on ne trouve pas de valvules dans l'intérieur des lymphatiques, si ce n'est dans le point de réunion de ces vaisseaux avec les gros troncs veineux, et que, indépendamment des communications établies de la sorte entre ces deux ordres de conduits, il existe beaucoup d'anastomoses entre les petites branches lymphatiques et les ramuscules veineux (2).

(1) M. Leydig a été conduit à penser qu'on devait assimiler aux ganglions lymphatiques des Vertébrés supérieurs, non-seulement la masse lobée qui revêt le cœur de l'Esturgeon, mais aussi divers tissus mous et blanchâtres qui se rencontrent chez d'autres Poissons (*a*), savoir :

1° Une masse d'apparence glandulaire qui se trouve entre la membrane muqueuse et la tunique musculaire de l'œsophage chez les Raies ;

2° Une masse d'apparence glandulaire qu'il a trouvée dans l'orbite et sous la membrane muqueuse du palais chez la Chimère (*b*);

3° L'organe épigonal, découvert dans le pli du péritoine, chez certains Squales, par J. Müller (*c*);

4° La masse pulpeuse qui est renfermée dans la cavité crânienne et dans la portion antérieure du canal rachidien chez l'Esturgeon.

Toutes ces parties se ressemblent beaucoup par leur structure intime, et c'est principalement sur leurs caractères histologiques que M. Leydig se base pour les considérer comme des glandes lymphatiques.

Enfin, il rapporte aussi à ce système d'organes le tissu aréolaire qui entoure les vaisseaux sanguins du mésentère chez les Trigles et beaucoup d'autres Poissons osseux, et qui renferme des granules semblables en apparence à ceux contenus dans les ganglions lymphatiques chez les Vertébrés supérieurs (*d*).

(2) Fohmann a constaté ces anastomoses directes entre les parties périphériques des systèmes lymphatique et sanguin dans le réseau vasculaire

(*a*) Leydig, *Lehrbuch der Histologie der Menschen und der Thiere*, p. 422.

(*b*) Leydig, *Zur Anatomie und Histologie der* Chimera monstrosa (Müller's *Arch. für Anat. und Physiol.*, 1851, p. 269).

(*c*) Müller, *Untersuchungen über die Eingeweide der Fische* (*Mém. de l'Académie de Berlin pour* 1843, p. 131).

(*d*) Leydig, *Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre* (Muller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1854, p. 323, pl. 12, fig. 4 et 5).

§ 7. — Dans la grande division des Allantoïdiens, le système lymphatique se régularise davantage, et, à certains égards, se perfectionne, bien que les organes d'impulsion dont il a été question chez les Batraciens deviennent rudimentaires ou cessent d'exister chez les Vertébrés à sang chaud. Lymphatiques des Vertébrés Allantoïdiens

Dans la Classe des Reptiles, la disposition de cet appareil ne diffère que fort peu de ce que nous avons vu chez les Batraciens. Chez tous ces Animaux, on trouve dans la région pelvienne une paire de réservoirs pulsatiles, ou cœurs lymphatiques, qui communiquent avec les troncs veineux adjacents (1). Lymphatiques des Reptiles.

de la surface externe de l'estomac et de l'intestin chez le Silure et le Turbot (*a*).

Cet anatomiste a trouvé aussi que, dans quelques cas, les vaisseaux lymphatiques naissent d'un tissu spongieux ou caverneux. Ainsi, le long du bord libre de la valvule spirale du gros intestin chez les Raies, il existe un bourrelet vésiculeux d'une structure très irrégulière, dont partent les vaisseaux lymphatiques qui forment un réseau fort serré sur les deux surfaces de ce repli membraneux, et vont se confondre avec les lymphatiques afférents de l'intestin (*b*).

D'autres fois les racines de ce système consistent évidemment en une multitude de petits tubes terminés en cul-de-sac, disposition que Fohmann a constatée dans les franges ou papilles de la muqueuse intestinale de l'*Anarrhichas lupus* (*c*).

(1) Ces cœurs lymphatiques, découverts d'abord chez les Lézards et les Batraciens par J. Müller (*d*), et signalés aussi à peu près en même temps par M. Panizza (*e*), ont été étudiés d'une manière plus attentive par MM. E. Weber et Valentin (*f*). Ils sont pourvus de fibres musculaires striées et renfermées dans une capsule fibreuse. Il est aussi à noter que leur tunique charnue adhère à cette capsule par du tissu conjonctif élastique, de façon que lorsqu'ils se contractent, ils tendent les filaments de cette couche intermédiaire, qui, pendant la diastole, réagissent en manière de ressort (*g*). Il en résulte que ces petits réservoirs doivent agir alternativement comme des pompes foulantes et

(*a*) Fohmann, *Das Saugadersystem der Wirbelthiere*, p. 27, pl. 6, fig. 1 et 2 ; p. 30, pl. 7, fig. 3 et 4.

(*b*) Idem, *ibid.*, p. 28, pl. 7, fig. 1 et 2.

(*c*) Idem, *ibid.*, p. 31, pl. 8, fig. 1.

(*d*) J. Müller, *On the Existence of Four Distinct Hearts in Certain Amphibious Animals* (*Philos. Trans.*, 1833, p. 92).

(*e*) Panizza, *Sopra il sistema linfatico dei Rettili*, p. 16.

(*f*) E. Weber, *Ueber das Lymphherz einer Riesenschlange* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1835, p. 535).

— Valentin, *Bemerk. über die Struktur der Lymphherzen* (Müller's *Archiv*, 1839, p. 176).

(*g*) Hyrtl, *Beiträge zur vergl. Angiologie* (*Denkschriften der Akad. der Wissenschaften zu Wien*, 1850, t. I, p. 28).

Le sinus dans lequel viennent aboutir les lymphatiques des intestins est une grande cavité irrégulière qui occupe la portion dorsale de la cavité abdominale ; en général, il loge l'aorte dans son intérieur, et il se bifurque antérieurement pour gagner les côtés de la base du cou, où il débouche dans les veines jugulaires ou sous-clavières. Chez les Tortues, par exemple, il présente cette disposition et il acquiert un développement énorme (1). Chez les Serpents, ce réservoir est plus grand,

aspirantes. Enfin des valvules placées à leurs ouvertures afférentes, aussi bien qu'à leurs orifices efférents, déterminent l'utilisation de tous ces mouvements pour l'envoi de la lymphe dans les veines adjacentes.

(1) Les lymphatiques des Tortues de mer ont été étudiés avec beaucoup de soin, d'abord par Hewson, puis par M. Panizza et par J. Müller (a). Ils constituent des plexus très irréguliers qui semblent résulter de l'assemblage de cellules bossuées et anastomosées plutôt que de tubes rameux. Dans les parties périphériques du système ces cavités lymphatiques sont petites et constituent en général un réseau à mailles assez larges ; mais dans la portion centrale elles deviennent si grandes et si rapprochées, qu'elles donnent naissance à de grosses poches gibbeuses plutôt qu'à des lacis vasculaires. De chaque côté du cou on trouve, sous la peau, un de ces sacs à parois minces et boursouflées, qui s'élargit d'avant en arrière, qui communique vers sa base avec d'autres réservoirs analogues, situés plus profondément dans la même région et dans les régions axillaires, et qui débouche dans la partie antérieure du réservoir central (b). Celui-ci commence, en arrière, à la partie supérieure et postérieure de la cavité abdominale, et constitue dans cette région le sinus appelé la *grande citerne chylifère*. Ce réservoir est le confluent des gros plexus qui viennent des membres postérieurs, des viscères pelviens, des intestins, des reins et des autres parties voisines : il est situé à côté de la veine cave postérieure, entre la colonne vertébrale et le rectum ; il loge l'aorte dans son intérieur, et il s'avance entre les deux poumons jusque vers le cœur, où il se bifurque pour constituer les prolongements auxquels on donne le nom de *canaux thoraciques* (c). Ceux-ci forment de chaque côté du cœur un gros sac irrégulier qui est traversé par les artères pulmonaires, ainsi que par les

(a) Hewson, *An Account of the Lymphatic System in Amphibious Animals* (*Philos. Trans.* 1769, t. LIX, p. 196 ; — *Works*, p. 146 et suiv.).
— Bojanus, *Anatome Testudinis europææ*, 1819.
— Panizza, *Sopra il sistema linfatico dei Rettili*, 1833.
— J. Müller, *Ueber die Lymphherzen der Schildkröten* (*Mém. de l'Acad. de Berlin pour* 1839, p. 31).
(b) Panizza, *Op. cit.*, pl. 1.
(c) Idem, *ibid.*, pl. 2 et 3, fig. 1.

ement à la grosseur du corps ; mais il se termine ère un peu différente, au moyen d'un grand plexus jui est situé au-devant du péricarde, et qui reçoit aussi roncs cervicaux dans lesquels se réunissent tous les es de la tête et du cou (1).

Sauriens ordinaires, tels que les Lézards, la portion ı système lymphatique présente à peu près la même

ues, et ils vont débou- veines sous-clavières, à jonction avec les jugu- mmunications s'établis- ie côté à l'aide de deux ces ovalaires qui sont ules. Le tronc de l'aorte ıales branches se trou- je l'ai déjà dit, dans la servoir, et y sont comme un grand nombre de ntes ; mais ces vaisseaux à nu, et sont revêtus ıne analogue à celle qui dans les parois du sys- ique (*a*).

ude d'Europe, le grand ıhatique est disposé à peu , mais les branches més- s'y rendent sont moins plus tubiformes (*b*).

lymphatiques des Tor- x petits sacs arrondis, côtés de la colonne ver- ère l'articulation coxale d postérieur de la cara-

ne lymphatique, ou ré- térique de la Couleuvre est un grand sac à parois d'une délicatesse extrême, qui se trouve compris entre la colonne vertébrale et les deux lames de la portion dorsale du mésentère. Cette poche commence dans le voisinage de l'anus, où elle est très étroite et où elle reçoit les lymphatiques de la queue et du pénis ; mais bientôt elle s'élargit beaucoup, et constitue un énorme sinus subcylindrique qui se prolonge jusqu'au niveau de l'estomac, où elle se termine en cul-de-sac (*d*). Elle loge l'aorte dans son intérieur, et elle reçoit successivement les lymphatiques des reins, des intestins, de l'estomac, etc. Enfin, à quelque distance de son extrémité antérieure, elle donne naissance à deux canaux thoraciques. L'un de ces conduits naît beaucoup plus loin en arrière que son congénère, et constitue le canal thoracique droit ou inférieur (*e*) ; il communique avec la portion antérieure de la citerne par plusieurs petits troncs anastomotiques, et il reçoit les lymphatiques du plexus gastrique, du pancréas et de la rate ; puis il s'élargit beaucoup pour entourer, en manière de gaîne, le foie (ou quelquefois

. *cit.*, p. 9, pl. 3, fig. 6.
. *cit.*, pl. 26, fig. 154, 155 ; pl. 27, fig. 157.
cit., pl. 1.
. *cit.*, pl. 6, fig. 1, n° 13.
, pl. 5, fig. 1, n° 54.

disposition que chez les Tortues (1); mais, chez les Crocodiliens, la citerne mésentérique, ou réservoir de Pecquet, se

il se borne à longer les deux bords de ce viscère), et se continue ensuite sous la forme d'un tube irrégulier, jusque dans le voisinage du cœur, où il se termine en cul-de-sac, mais communique latéralement sur plusieurs points avec le tronc commun des lymphatiques, qui va déboucher dans un grand plexus situé au-dessus du cœur.

Le canal thoracique gauche ou dorsal naît aussi de la citerne par trois ou quatre racines, et longe l'œsophage jusque auprès du cœur; chemin faisant, il s'anastomose avec son congénère au moyen de divers conduits transversaux, et antérieurement il se divise en deux branches qui se réunissent au devant du cœur en un sinus où viennent également se terminer trois troncs cervicaux et le tronc pulmonaire déjà mentionné. Il en résulte que, par des chemins plus ou moins détournés, tous les principaux conduits lymphatiques viennent se terminer dans ce réservoir précardiaque, qui, à son tour, débouche dans la veine cave supérieure par deux ou trois petites ouvertures (*a*).

Enfin, l'extrémité postérieure de la grande citerne, ou réservoir mésentérique, communique par plusieurs petites branches avec deux sinus contractiles ou cœurs lymphatiques qui débouchent à leur tour dans une branche de la veine caudale.

Ces cœurs lymphatiques ont été étudiés d'une manière plus complète chez les Pythons. Ils sont situés hors de la cavité abdominale, dans des cavités particulières qui sont bornées en avant par la dernière côte, et qui adhèrent aux muscles adjacents. Chacun d'eux reçoit la lymphe par trois embouchures et la verse dans la veine voisine par deux orifices placés à son extrémité antérieure. On y distingue trois membranes dont la moyenne est musculaire, et leurs embouchures sont, comme d'ordinaire, garnies de replis valvulaires (*b*). M. Valentin a trouvé que ces organes pulsatiles sont plus développés chez l'embryon que dans l'Animal adulte (*c*).

Chez le Boa, la disposition de la citerne lymphatique est à peu près la même que chez la Couleuvre, et, en ouvrant ce réservoir, on voit que l'aorte, ainsi que les principales branches de ce vaisseau, traversent sa cavité et y sont fixées par des brides divergentes (*d*).

Il est aussi à noter que, d'après Jacobson, il y aurait chez les Serpents, de chaque côté du corps, un canal cylindrique en communication avec de grands espaces lymphatiques situés sous la peau; mais cet anatomiste ne donne pas de détails au sujet de cette disposition remarquable, qui semble avoir de l'analogie avec ce que nous avons déjà vu chez les Poissons (*e*).

(1) Chez le Lézard, la citerne lym-

(*a*) Panizza, *Op. cit.*, pl. 5, fig. 2, n° 14.

(*b*) E. Weber, *Ueber das Lymphherz einer Riesenschlange* (Python tigris) (Muller's Archiv für *Anat. und Physiol.*, 1835, p. 538, pl. 13, fig. 7, 8 et 9).

(*c*) Valentin, *Bemerkungen über die Struktur der Lymphherzen und der Lymphgefässe* (Muller's *Archiv*, 1839, p. 176).

(*d*) Panizza, *Op. cit.*, p. 25.

(*e*) Jacobson, *Op. cit.* (*Mém. de l'Académie de Copenhague*, 1828, t. III, p. XL, et *Isis*, 18[illegible] p. 96).

beaucoup, et la portion supérieure de ce sinus, qui ıte les canaux thoraciques, devient plus tubuliforme. ıssi à noter que chez ces Reptiles on voit, pour la preois, les lymphatiques de l'intestin, pendant leur trajet mésentère, donner naissance à un de ces organes ires que les anatomistes désignent sous le nom de *s lymphatiques*, et que nous trouverons en grand chez les Mammifères (1).

'st très grande et de forme lière ; elle commence dans ;t se renfle beaucoup dans ombaire ; vers le niveau de le présente un étrangle- ı elle s'élargit en forme de avance au-dessus du cœur, : divise en deux branches ;s qui reçoivent les troncs ;s, etc., et qui débouchent ne cave inférieure (*a*).
région pelvienne le système ue communique aussi avec ;audale par l'intermédiaire e de petites poches pulsa- cœurs lymphatiques, qui ısent d'autre part avec la ;rne abdominale (*b*).
Scheltopusik (*Pseudopus* Il existe une paire de petits aphatiques qui sont situés nuscles dorsaux et les apo- ansverses de la vertèbre es poches sont renfermées ans une loge fibreuse, et ne qu'un seul vaisseau afférent du grand sinus abdominal ; débouchent dans les veines ombilicales et elles battent environ 50 fois par minute (*c*).

(1) Chez le Caïman à museau de Brochet, dont le système lymphatique a été étudié par M. Panizza, on trouve à la base de la queue un grand plexus qui entoure les vaisseaux sanguins, et qui, après s'être uni aux réseaux iliaques, constitue la portion postérieure de la citerne abdominale. Ce réservoir est un plexus à branches grosses et courtes plutôt qu'un sac ; il embrasse d'espace en espace l'aorte abdominale, sans loger ce vaisseau dans son intérieur, et il s'avance ainsi entre la veine cave et la colonne vertébrale jusque auprès de la rate, où il se réunit au faisceau plexiforme de gros lymphatiques qui vient de l'intestin grêle et occupe le sommet du mésentère. Le renflement ainsi constitué se prolonge antérieurement autour de l'aorte, et bientôt se divise en quatre troncs qui s'anastomosent souvent entre eux, et forment de chaque côté du cœur un faisceau analogue au canal thoracique, lequel va déboucher dans la veine sous-clavière correspondante,

ı, *Op. cit.*, p. 15, pl. 6, fig. 4 et 5.
ibid., p. 16.
Beiträge zur vergleichenden Angiologie (*Mém. de l'Académie de Vienne*, 1850, t. I,).

§ 8. — Chez les Reptiles, de même que chez les Vertébrés Anallantoïdiens, les lymphatiques ne présentent que de rares vestiges de valvules, excepté dans le voisinage immédiat de l'embouchure de ces vaisseaux dans les veines; mais, dans la CLASSE DES OISEAUX (1), ces soupapes directrices du courant formé par la lymphe se multiplient beaucoup, et, en général, s'opposent au reflux des liquides dans presque toutes les parties de ce système vasculaire. Le grand réservoir abdominal qui, chez les Reptiles, reçoit la plupart des canaux lymphatiques des membres, du tronc et de la tête, et qui se bifurque antérieurement pour aller déboucher dans le système veineux, près du

Vaisseaux lymphatiques des Oiseaux.

après avoir reçu, en passant, les plexus lymphatiques du cou et des pattes antérieures (*a*). Les cœurs lymphatiques de ces Reptiles sont situés, comme d'ordinaire, dans la région ischiatique. On les trouve entre le bord supérieur du bassin et l'apophyse transverse de la première vertèbre caudale ; enfin ils consistent chacun en une vessie ovoïde qui communique avec les veines afférentes du système rénal (*b*).

M. Owen a constaté l'existence d'un ganglion lymphatique à la racine du mésentère, chez le *Crocodilus acutus* (*c*).

(1) Les vaisseaux lymphatiques des Oiseaux paraissent avoir été découverts par Swammerdam (*d*), mais ne furent étudiés d'une manière attentive que vers la fin du siècle dernier, par Monro (*e*) et par Hewson (*f*). Plus récemment M. Tiedemann, Fohmann, Lauth, M. Panizza et M. Stannius en ont fait l'objet de recherches plus étendues (*g*).

(*a*) Panizza, *Op. cit.*, p. 10, pl. 4, fig. 1 et 2.

(*b*) Idem, *ibid.*, p. 15.

— Müller, *Ueber die Lymphherzen der Schildkröten* (*Mém. de l'Acad. de Berlin pour* 1832, p. 33).

(*c*) Owen, *Notes on the Anatomy of a Crocodile* (*Proceedings of the Zool. Society*, 1831, t. I, p. 141).

(*d*) Voyez Birch, *History of the Royal Society of London*, 1676, t. III, p. 312.

(*e*) Monro, *Statement of Facts concerning the Paracentesis of the Thorax*, etc., 1770.

— Voyez aussi *The Struct. of Fishes*, chap. VII, *Of the First Discovery of the Lacteals and Lymphatic Vessels in Fishes, Birds*, etc., p. 38.

(*f*) Hewson, *An Account of the Lymphatic System in Birds* (*Philos. trans.*, 1768, t. LVIII, p. 217, pl. 10). — *Experimental Inquiries*, part. 2, chap. IV (*Works*, p. 144 et suiv.).

(*g*) Tiedemann, *Anatomie und Naturgeschichte der Vögel*, 1810, t. I, p. 633.

— Fohmann, *Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen*, 1821, p. 63 (traduit par Breschet dans les *Mémoires de la Société médicale d'émulation*, 1822, p. 136).

— E.-A. Lauth, *Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques des Oiseaux* (*Ann. des sciences nat.*, 1824, 1re série, t. III, p. 381).

— Panizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, 1830, p. 63 et suiv.

— Stannius, *Ueber Lymphherzen der Vögel* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1843, p. 449).

est remplacé par un plexus étroit qui embrasse l'aorte origine de l'artère cœliaque, et qui se continue supérieu- ıt sous la forme de deux tubes grêles et presque cylin- s dont la longueur est considérable. Ces conduits sont naux thoraciques; ils s'écartent entre eux en remontant a base du cou, où ils se terminent dans les veines sous- res et jugulaires (1). Enfin, on rencontre sur le trajet de

.es lymphatiques des Oiseaux aucoup plus grêles et plus ré- nent tubiformes que ceux des . Dans les membres inférieurs : ils ne constituent pas deux distinctes, une sous-cutanée rofonde, mais suivent presque gros vaisseaux sanguins. Ainsi, que côté des doigts, on voit un vaisseaux qui se réunit à ses res sur le dos du pied et y on plexus lâche dont partent s branches ascendantes, les- constituent un autre réseau e vers le haut du tarse, et se ent dans la cuisse sous la forme onc satellite de la veine cru- , qui, arrivé dans le bassin, mose avec plusieurs rameaux , puis se divise en deux bran- elles-ci se réunissent aux ra- provenant des reins, des ovaires esticules et des intestins, et con- ainsi à former autour de l'aorte origine de l'artère cœliaque un où viennent aboutir aussi les tiques du foie, du gésier et de (b). Les branches qui naissent estin grêle accompagnent les principales divisions de l'artère mésentérique supérieure, et, en s'anastomosant entre elles, entourent ces vaisseaux d'un réseau à grandes mailles; mais elles sont toutes très grêles et peu nombreuses (c). Celles des reins, du rectum et des parties voisines accompagnent l'artère mésentérique inférieure, et forment un plexus considérable. Enfin, les deux canaux thoraciques naissent, comme je l'ai déjà dit, du plexus aortique, qui représente la citerne mésentérique des Reptiles; ils reçoivent quelques rameaux des poumons et de l'œsophage, puis se réunissent aux lymphatiques des ailes, et se terminent chacun dans la veine jugulaire de leur côté (d). Le canal thoracique gauche reçoit aussi près de son embouchure le tronc commun des lymphatiques du cou de ce côté; mais un rameau seulement de cette portion du système lymphatique se déverse dans le canal thoracique droit, et le tronc cervical principal de ce dernier côté s'ouvre directement dans la veine jugulaire un peu plus haut. Les lymphatiques des ailes suivent la marche de l'artère brachiale, et forment un plexus

ıth, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 1re série, t. III, pl. 22 et 23).
n, *ibid.*, pl. 21.
n, *ibid.*, pl. 24.
izza, *Osserv. antropo-zootomico-fisiologiche*, pl. 9, fig. 1.
ıth, *loc. cit.*, pl. 22 et 25.

quelques gros troncs, mais principalement au cou, des glandes vasculaires qui dépendent de ces vaisseaux et qui sont connues sous le nom de *ganglions lymphatiques;* du reste, ces corps sont toujours en très petit nombre et peu développés (1). Il est aussi à noter que chez les Oiseaux, de même que chez les Reptiles, il existe dans la région pelvienne une paire de poches lymphatiques contractiles; mais ces réservoirs ne paraissent pas être le siége de battements rhythmiques (2). Enfin, les commu-

autour de ce vaisseau, surtout vers l'articulation huméro-cubitale. Enfin, les lymphatiques de la tête accompagnent les divisions de la veine jugulaire, et se réunissent à ceux du cou pour former à droite et à gauche deux troncs satellites de la veine jugulaire (*a*).

Chez le Cygne, les lymphatiques sont à peu près de même calibre que chez l'Oie; mais, chez le Dindon, la Poule et le Canard, ils sont plus grêles et plus difficiles à injecter (*b*). Magendie a cherché en vain ces vaisseaux chez un grand nombre d'Oiseaux, et il était persuadé que chez tous ces Animaux ils manquaient complétement dans toute la région viscérale, et n'existaient au cou que chez l'Oie et le Cygne (*c*); mais ce résultat négatif provenait seulement du peu d'habileté de ce physiologiste dans l'art des injections.

(1) Les ganglions lymphatiques du cou n'avaient échappé à l'attention, ni de Monro, ni de Hewson (*d*), et depuis la fin du siècle dernier on voyait dans le musée Huntérien des préparations qui montraient ces organes chez la Poule et la Cigogne, et qui avaient été faites par J. Hunter (*e*). Il est donc étonnant que Magendie s'en soit d'abord attribué la découverte (*f*). Ils ont été observés aussi par Lauth (*g*).

On en trouve chez l'Oie une paire à la partie inférieure du cou, et souvent, vers le haut du thorax, une autre paire dépendant des lymphatiques des ailes; mais leur disposition est très variable. Chez le Pingouin, il existe aussi des ganglions lymphatiques à la cuisse, et ceux de la partie supérieure du thorax sont plus nombreux (*h*).

(2) Ces sinus lymphatiques, dont

(*a*) Lauth, *Op. cit.* (*Ann. des sciences nat.*, 1re série, t. III, pl. 25, fig. 2).

(*b*) Idem, *ibid.*, p. 392.

(*c*) Magendie, *Mém. sur les vaisseaux lymphatiques des Oiseaux* (*Journal de physiol.*, 1821, t. I, p. 50).

(*d*) Monro, *The Structure and Physiology of Fishes*, p. 39.
— Hewson, *Lymphatic System in Birds* (*Philos. Trans.*, t. LVIII, p. 176, et *Works*, p. 145).

(*e*) Voyez *Descriptive and Illustrated Catalogue of the Physiol. Series of Comp. Anat.* contained *in the Museum of the College of Surgeons in London*, t. II, p. 21.

(*f*) Magendie, *Mémoire sur plusieurs organes nouveaux propres aux Oiseaux et aux Reptiles*. In-4, 1819, avec pl.

(*g*) Lauth, *loc. cit.*, p. 387.

(*h*) Reid, *Anat. Descript. of the* Aptenodytes patachonica (*Proceed. of the Zool. Soc.*, 1835, t. III, p. 147).

entre ce système vasculaire et l'appareil circulatoire blissent pas seulement dans le voisinage immédiat du t il existe plusieurs anastomoses entre les branches us aortiques et les branches de la veine porte, ainsi les lymphatiques du bassin et les veines de la région (1).

Système lymphatique des Mammifères.

– Dans la CLASSE DES MAMMIFÈRES, l'appareil lympha- perfectionne davantage, à certains égards; mais, sous rapports, il se simplifie. En effet, on n'y trouve plus, hez un grand nombre de Vertébrés ovipares, des réser- ntractiles faisant fonction de cœurs lymphatiques, tandis ıtre part, la portion vasculaire de ce système se régu- vantage, les valvules s'y multiplient beaucoup, et ren- ariable la direction du courant dans toutes ses princi- isions; il s'enrichit d'un grand nombre de ganglions;

a été d'abord signalée par a (a), mais dont la nature n constatée que par les re- lus récentes de M. Stan- e trouvent sur la limite du s vertèbres caudales, à côté sous des muscles releveurs e. Ils reçoivent un ou plu- cs formés par la réunion de ranches lymphatiques de la dale, et ils débouchent dans caudales latérales par un tomotique assez grêle. Chez et le Casoar, ainsi que gognes et les Mouettes, ils rois musculaires, et peuvent idérés comme des *cœurs ues*, car ils sont munis de leurs orifices afférents aussi bien qu'à leur embouchure dans les veines; mais chez le Cygne et l'Oie ils deviennent rudimentaires, et chez les Rapaces, les Corbeaux, etc., ils ont des parois membraneuses. Des petits tendons traversent leur cavité, et chez l'Autruche ils sont attachés aux os voi- sins par des filaments aponévrotiques. M. Stannius a remarqué aussi que les fibres musculaires de ces organes sont moins développées chez les adultes que chez les jeunes individus.

(1) Lauth a vu des anastomoses nombreuses entre les branches du plexus lymphatique rénal et les veines rénales et sacrées. Il a constaté aussi des communications analogues entre le plexus aortique ou mésentérique et les branches veineuses voisines (o).

ı, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, 1830, p. 65, pl. 9, fig. 3.
ıs, *Ueber Lymphherzen der Vögel* (Müller's *Archiv für Anatomie und Physiologie*, 9).
loc. cit., p. 393.

enfin, ses anastomoses avec le système veineux se localisent davantage.

Canal thoracique.

Ainsi, chez l'Homme, les lymphatiques des membres inférieurs, des viscères abdominaux et thoraciques, du membre supérieur gauche et du côté correspondant de la tête, se réunissent en un tronc impair nommé *canal thoracique*, qui remonte de l'abdomen jusque vers la base du cou, et qui débouche dans la veine sous-clavière gauche par un ou plusieurs orifices très rapprochés. Les parties du même système qui appartiennent au côté droit de la tête et du cou, au membre thoracique du même côté et aux parties voisines de la poitrine, se terminent dans un petit tronc qui correspond à la portion supérieure du canal thoracique droit des Vertébrés ovipares, et qui s'ouvre dans la veine jugulaire droite, à son confluent avec la sous-clavière correspondante. Le tronc terminal principal, ou canal thoracique proprement dit, est un tube irrégulier et souvent en partie plexiforme. Il offre quelquefois un petit renflement en manière d'ampoule à son extrémité supérieure, et il se place au-devant de la colonne vertébrale, à gauche de l'artère aorte et derrière l'œsophage. Inférieurement, il franchit, de concert avec ce vaisseau, l'orifice compris entre les piliers du diaphragme, et, au-dessous de ce muscle, il présente un renflement assez marqué qui est le confluent des cinq troncs secondaires, et qui constitue le sinus mésentérique ou réservoir du chyle, appelé aussi la *citerne de Pecquet* (1).

(1) Le réservoir de Pecquet n'est bien caractérisé chez l'Homme que lorsque les troncs lymphatiques venant des membres inférieurs, des viscères et des parties voisines des parois thoraciques, confluent tous sur un seul point; car lorsqu'ils débouchent dans le canal thoracique, à quelque distance les uns des autres, la portion inférieure de ce conduit est peu dilatée. Quoi qu'il en soit à cet égard, ce canal commence en général au niveau de la deuxième vertèbre lombaire, et se trouve d'abord sur la ligne médiane derrière la racine de l'artère rénale droite, entre l'aorte et le pilier du diaphragme du côté droit. Il pénètre dans le thorax, entre l'aorte et la

ette disposition n'est pas constante parmi les Mammi-
l est des espèces qui, sous ce rapport, se rapprochent
des Oiseaux. Ainsi, chez le Kanguroo, le canal thora-
double et plexiforme dans presque toute son étendue,
e termine, comme d'ordinaire, dans la veine sous-
gauche, par un tronc unique (1). Un mode d'organi-
alogue se voit souvent chez le Bœuf, ainsi que chez

s, et y remonte derrière
; vers le niveau de la troi-
uatrième vertèbre dorsale,
un peu à gauche, passe
portion descendante de la
que et gagne la partie infé-
ou ; là il se recourbe en
ière la carotide, et redes-
te au-devant de l'artère
e avec la jugulaire in-
on cours est souvent un
x, et il n'est pas rare de
liviser une ou même plu-
en deux ou trois branches
issent bientôt entre elles ;
aussi il se termine dans la
lavière par deux ou trois
nfin, on connaît aussi beau-
mples d'anomalies assez
s son mode de constitu-
, dans quelques cas très
trouvé deux troncs thora-
rement distincts qui s'ou-
n à gauche et l'autre à
s les deux veines sous-
). D'autres fois ce canal, simple inférieurement, se bifurquait vers le haut pour aller déboucher de la même manière des deux côtés de la base du cou. Très souvent il affecte une disposition plexiforme dans sa portion moyenne, et Haller a désigné sous le nom d'*îles* les espaces circonscrits ainsi par ses différents bras (c). Pour plus de détails sur les anomalies de cette portion du système lymphatique, je renverrai à l'ouvrage de Breschet (d).

(1) M. Hodgkin a constaté que chez le *Macropus Parryi*, le réservoir de Pecquet, de structure plexiforme, est situé sur le pilier droit du diaphragme, s'étend jusque dans le thorax, et donne naissance à deux canaux thoraciques qui remontent sur les côtés de la colonne vertébrale, et se réunissent vers le milieu de la région dorsale, mais se séparent bientôt de nouveau, et forment un petit plexus avant de se terminer au confluent des veines jugulaire et sous-clavière du côté gauche (e).

scagni, *Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et iconographia*, pl. 19,
s iconographies récentes, où les figures données par cet anatomiste se trouvent repro-
moins exactement, par exemple l'*Anatomie* de Bourgery et Jacob, t. IV, pl. 90.
ller, *Elementa physiologiæ*, t. VII, p. 222.
nks, *Anatomie des vaisseaux absorbants*, p. 335.
ing, *De corporis humani fabrica*, t. V, p. 450.
lementa physiologiæ*, t. VII, p. 219.
, *Le système lymphatique considéré sous les rapports anatomique, physiologique*
, 1836, p. 238 et suiv.
ren, art. MARSUPIALIA (Todd's *Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. III, p. 305).

le Cheval. Quelquefois même les deux canaux thoraciques restent distincts dans toute leur longueur et débouchent isolément dans la veine cave antérieure (1).

(1) Chez le Cheval, le réservoir de Pecquet a la forme d'une ampoule allongée, à structure caverneuse, et paraît être divisé intérieurement en deux parties très distinctes (*a*). Il se trouve au-dessus de l'aorte, au niveau du corps de la deuxième vertèbre lombaire, entre les deux piliers du diaphragme ; après son entrée dans la cavité thoracique, il se rétrécit, et donne naissance tantôt à deux canaux thoraciques qui restent distincts dans une étendue plus ou moins considérable, mais qui se réunissent toujours avant d'arriver à la veine cave antérieure, d'autres fois à un tronc unique qui se bifurque au niveau de la base du cœur ou qui reste simple dans toute sa longueur. Il arrive souvent aussi que l'un de ces troncs se dédouble dans une certaine étendue vers sa partie antérieure, et, d'autres fois, l'un de ces vaisseaux paraît être représenté par une branche rétrograde qui débouche près du diaphragme, mais ne s'anastomose pas avec le tronc principal en avant. M. Colin a fait une étude particulière de toutes ces variations dont la connaissance est parfois nécessaire aux physiologistes dans les vivisections expérimentales ; il a constaté aussi que l'embouchure du canal thoracique a toujours lieu, chez cet Animal, dans la veine cave antérieure, au point de réunion des deux jugulaires (*b*).

Chez le Bœuf, ce canal pénètre dans le thorax par une ouverture du diaphragme qui est assez distincte de celle que traverse l'aorte. Il est rarement simple dans toute sa longueur, et, en général, il se bifurque vers la base du cœur ou plus en avant ; quelquefois il forme même un plexus près de son extrémité antérieure. Enfin ses deux branches se terminent d'ordinaire séparément dans l'angle de réunion des veines jugulaires et axillaires, de chaque côté de l'entrée du thorax (*c*).

Chez le Porc, le canal thoracique est en général simple dans toute sa longueur ; quelquefois il s'ouvre dans la veine azygos (*d*).

Chez le Chien, le réservoir de Pecquet est beaucoup plus dilaté que chez la plupart des autres Mammifères, et le canal thoracique présente de grandes variations dans sa configuration (*e*) ; en général, cependant, il est double et se termine dans les veines sous-clavières ; mais ce grand développement

(*a*) Panizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, p. 60.
(*b*) Colin, *Traité de physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 74, fig. 61, 63 et 68).
— Voyez aussi Leyh, *Handbuch der Anatomie der Hausthiere*, p. 448, fig. 178.
— Chauveau, *Traité d'anatomie comparée des Animaux domestiques*, p. 603, fig. 64.
(*c*) Colin, *Op. cit.*, t. II, p. 77, fig. 64 à 67 et 69.
— Chauveau, *Op. cit.*, p. 104, fig. 65.
(*d*) Panizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, p. 56.
(*e*) Blasius, *Anatome Animalium*, p. 34 et suiv., pl. 9, fig. 10 à 18.
— Colin, *Op. cit.*, t. II, p. 79.

Les principaux affluents du réservoir de Pecquet sont deux troncs qui y arrivent des membres inférieurs, et un tronc provenant des intestins.

Vaisseaux lymphatiques des membres abdominaux

Les lymphatiques sous-cutanés des membres abdominaux de l'Homme naissent en grand nombre des orteils et des autres parties du pied ; ils montent vers le genou, les uns verticalement, les autres obliquement, et ils tendent à se concentrer de plus en plus sur la face interne de la cuisse, où on les voit se rendre à un groupe de ganglions situés vers le pli de l'aine, autour de l'embouchure de la veine saphène interne dans la veine fémorale (1). Les branches lymphatiques superficielles qui viennent de la région fessière, des organes génitaux externes et de la portion inférieure des parois de l'abdomen, se rendent également dans ces ganglions inguinaux. D'autres ganglions situés dans la même région, mais sous l'aponévrose fémorale, reçoivent les lymphatiques profonds des membres inférieurs. Ces derniers vaisseaux accompagnent, pour la plupart, l'artère crurale et ses principales

du réservoir n'est pas constant chez les Carnassiers et ne s'observe pas chez la Loutre, par exemple (*a*).

Chez le Dauphin, la partie postérieure du canal thoracique ne se renfle pas en forme de réservoir, et antérieurement ce conduit se bifurque pour déboucher dans la veine jugulaire gauche par deux orifices distincts (*b*).

Chez le Lapin, le canal thoracique est assez gros et reste simple dans la plus grande partie de sa longueur, mais se divise d'espace en espace ; il se termine dans la veine sous-clavière gauche (*c*).

(1) Le nombre de ces ganglions est très variable : en général, on en compte de 7 à 13, et leur volume est toujours en raison inverse de leur nombre ; ils sont d'un brun rouge, et il n'est pas rare de les voir se continuer autour de la veine saphène, presque vers le milieu de la cuisse. Les vaisseaux qui s'y rendent marchent presque parallèlement entre eux, mais s'anastomosent de distance en distance, de façon à constituer un réseau à mailles très allongées (*d*).

(*a*) Panizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, p. 54.
(*b*) Cuvier, *Leçons d'anatomie comparée*, t. VI, p. 66.
(*c*) Panizza, *Op. cit.*, p. 63.
(*d*) Voyez Mascagni, *Op. cit.*, pl. 4.

branches ; chemin faisant, ils communiquent avec les lymphatiques superficiels par diverses branches anastomotiques, et ils traversent plusieurs ganglions dont un est situé au-devant du ligament interosseux de la jambe et les autres sont logés derrière le genou (1).

Vaisseaux et ganglions lymphatiques du bassin, etc.

Des faisceaux de petits troncs lymphatiques qui sortent des ganglions inguinaux pénètrent tout de suite dans le bassin et y rencontrent plusieurs ganglions analogues, dont les uns sont accolés à l'artère iliaque externe, et les autres occupent l'espace compris entre ce vaisseau et l'artère hypogastrique. Ces ganglions émettent à leur tour d'autres faisceaux lymphatiques qui rencontrent sur leur route de nouveaux ganglions auxquels viennent se rendre aussi les branches lymphatiques des viscères pelviens, des reins et de la région lombaire. Leur disposition est trop complexe pour que je puisse en donner ici la description, et je me bornerai à ajouter que les ganglions qui sont situés au-devant de l'aorte abdominale, et qui font suite à ce système plexiforme, fournissent enfin deux troncs ascendants principaux situés, l'un à droite, l'autre à gauche, mais destinés à se réunir bientôt pour concourir à la formation du réservoir de Pecquet (2).

(1) Le ganglion tibial antérieur est petit et situé en général vers le tiers supérieur de la jambe (*a*). Les ganglions poplités sont au nombre de quatre ; un se trouve immédiatement sous l'aponévrose, les autres sont logés plus profondément (*b*).

(2) Plusieurs de ces ganglions appartiennent en propre aux faisceaux de lymphatiques provenant des divers organes adjacents, tels que la vessie, les cordons spermatiques, les reins, les gros intestins, etc. ; d'autres appartiennent au contraire à tout cet assemblage de vaisseaux, et il est à noter que chacun de ces conduits traverse plusieurs ganglions avant d'arriver au réservoir de Pecquet. Pour plus de détails sur la disposition très compliquée de cette partie du système lymphatique, je renverrai aux belles planches que l'on doit à Mascagni (*c*), ou à celles, également remarquables, publiées récemment par Bourgery et Jacob (*d*).

(*a*) Voyez Mascagni, *Vasorum lymphaticorum hist. et iconogr.*, pl. 6, fig. 2, n° 25.
(*b*) Idem, *ibid.*, pl. 9, fig. 1 et 3.
(*c*) Idem, *ibid.*, pl. 14.
(*d*) Bourgery et Jacob, *Op. cit.*, t. IV, pl. 89 ; t. V, pl. 32.

Lymphatiques des viscères abdominaux.

Le troisième tronc qui débouche dans ce réceptacle a pour affluents les vaisseaux lymphatiques de l'intestin grêle, de l'estomac, du foie et de la rate.

Ainsi que je l'ai déjà dit, on désigne souvent sous le nom de *vaisseaux lactés* ou de *chylifères*, les lymphatiques de l'intestin grêle; mais ceux-ci ne présentent rien de particulier dans leur structure, et font partie d'un vaste système qui appartient à toute la portion abdominale de l'appareil digestif. Il est seulement à noter qu'ils marchent entre les deux lames du mésentère et y traversent un grand nombre de ganglions dont la disposition est loin d'être constante, mais est toujours très complexe (1). Quelques anatomistes réservent le nom de chylifères

(1) Les vaisseaux lymphatiques du rectum et du côlon descendant, après avoir traversé des ganglions qui leur sont propres, vont pénétrer dans les ganglions lombaires, où ils se mêlent aux lymphatiques des organes génitaux et des membres inférieurs. Ceux du côlon transverse, du côlon ascendant et du cœcum traversent des ganglions dits *mésocoliques*, parce qu'ils sont logés dans le mésocôlon, c'est-à-dire le repli péritonéal dans lequel le côlon transverse est suspendu (*a*); puis ces vaisseaux se rendent dans les ganglions mésentériques, où aboutissent aussi les lymphatiques de l'intestin grêle. Ces derniers ganglions sont beaucoup plus nombreux que les précédents, et sont disséminés dans presque toute l'étendue du mésentère, mais sont plus gros et plus rapprochés vers le point d'attache de ce grand repli membraneux à la paroi postérieure de l'abdomen; l'un d'eux est en général plus volumineux que les autres, et l'on y applique quelquefois le nom de pancréas d'Aselli. Il est aussi à noter que ces organes sont situés dans les arcades que les artères et les veines mésentériques laissent entre elles (*b*).

Les lymphatiques de l'estomac forment à la surface de cet organe un réseau variqueux, et ils traversent une série de petits ganglions situés près de son bord; puis ils se réunissent en trois faisceaux qui suivent les artères coronaire stomachique, gastro épiploïque droite et gastro-épiploïque gauche, pour aller rejoindre les ganglions hépatiques, spléniques et sus-pancréatiques.

Les lymphatiques de la rate suivent le trajet des vaisseaux sanguins de ce viscère, et convergent vers le sillon de sa face interne, où ils rencontrent plusieurs ganglions qui reçoivent aussi les lymphatiques du grand cul-de-sac de l'estomac et ceux qui suivent l'ar-

(*a*) Voyez Mascagni, *Vasorum lymphaticorum hist. et iconogr.*, pl. 16.
(*b*) Idem, *ibid.*, pl. 15.

aux lymphatiques qui proviennent de la tunique interne de l'intestin grêle, et distinguent de ceux-ci les branches qui naissent près de la surface externe de cette portion du tube digestif; mais tous ces vaisseaux ne tardent pas à se confondre dans les ganglions mésentériques adjacents.

La disposition de cette portion du système lymphatique présente chez les divers Mammifères de nombreuses variétés qui dépendent principalement, soit du développement plus ou moins considérable des ganglions qui y appartiennent, soit de la dispersion ou de l'agglomération de ces organes, ou même de leur fusion en une seule masse. Le ganglion mésentérique unique ou principal, que j'appellerai le ***ganglion d'Aselli***, plutôt que le ***pancréas d'Aselli***, ainsi que le nomment la plupart des anatomistes, car ce dernier mode de désignation peut faire naître des idées fausses (1), est surtout développé chez les

tère gastro-épiploïque gauche. Ce système de branches longe ensuite le bord supérieur du pancréas, traverse d'autres ganglions situés sur le trajet de l'artère splénique, et va se confondre avec les lymphatiques du foie, près de leur terminaison dans le canal thoracique.

Les lymphatiques du pancréas se réunissent aux précédents, non loin du bord supérieur de cette glande.

Les lymphatiques du foie sont très nombreux : les uns, situés profondément, sont satellites de la veine porte, d'une part, et de la veine hépatique, d'autre part; les superficiels se rendent en partie dans le thorax en traversant le diaphragme, mais le plus grand nombre gagnent des ganglions qui se trouvent dans le voisinage du cardia ou des ganglions qui sont situés entre la vésicule du fiel, la petite courbure de l'estomac et les piliers du diaphragme, et qui reçoivent également une portion des lymphatiques de l'estomac; il en est aussi quelques-uns qui se rendent aux ganglions lombaires. Enfin, les canaux efférents de ces ganglions gastro-hépatiques se confondent avec ceux des ganglions mésentériques, et vont plus ou moins indirectement concourir à la formation du réservoir de Pecquet (a).

(1) Les anatomistes donnent souvent à ce ganglion le nom de *pancréas d'Aselli*, parce qu'Aselli, en le décrivant pour la première fois, le considérait comme étant le pancréas : mais ce serait consacrer une erreur que

(a) Voyez Mascagni, *Op. cit.*, pl. 18.
— Bourgery et Jacob, *Op. cit.*, t. V, pl. 40.

es à régime carnassier, non-seulement chez ceux des Carnivores, mais aussi chez les Cétacés qui se nt de la même manière (1). Chez les Rongeurs, les mésentériques sont peu développés, tandis que chez vores, les frugivores et les omnivores, ils sont en rès nombreux et se trouvent souvent plusieurs fois ujet du même vaisseau (2); mais on ne peut saisir

mode de désignation, et le souvenir de la découysiologiste de Côme d'une lus honorable pour cet teur illustre, en donnant ie le nom de *ganglion*

le Chien (*a*), l'appareil re des lymphatiques intes- compose guère que d'une ire située à la racine du le ganglion d'Aselli), et de ganglions situés vers la fin estin (*b*). Il en est à peu me chez les Martres.

Chats, il y a aussi dans le in ganglion d'Aselli isolé, t sur le parcours des lymu gros intestin cinq ou six pars (*c*).

rs, le ganglion d'Aselli est neux, et se prolonge vers n forme de rayons, entre x du mésentère; vers l'ex-érieure du côlon on trouve masse ganglionnaire al-

Raton, le ganglion d'Aselli est accompagné de trois autres ganglions dont le dernier est situé vers la fin du gros intestin.

Mais cette concentration des ganglions mésentériques n'est pas constante dans l'ordre des Carnivores. Ainsi, chez la Mangouste à front blanc, ce corps est remplacé par un groupe d'environ quinze ganglions arrondis et assez gros.

Chez la Loutre, la masse ganglionnaire principale est quatre fois plus considérable que tout le reste de ce système mésentérique, mais se compose de huit ganglions bien distincts (*d*), ou même d'un plus grand nombre (*e*).

Chez le Marsouin, le mésentère est occupé, dans toute l'étendue de ses attaches, par une masse ganglionnaire lymphatique qui, dans sa plus grande partie, est épaisse et compacte, mais qui, tout à fait postérieurement, se résout en petits ganglions arrondis (*f*).

Il y a aussi un ganglion d'Aselli chez le Narval (*g*).

(2) Chez le Cheval, les ganglions du système lymphatique des intestins sont très nombreux. Ainsi, dans la

selli, *Dissert. de lactibus*, , *sive Lacteis venis*, pl. 1.
Op. cit., p. 49.
Traité d'anatomie comparée, t. IX, p. 460.
Id., p. 459.
Panizza, douze ou quatorze (*Op. cit.*, p. 52).
Op. cit., p. 455.
, *Nouveau Manuel d'anatomie comparée*, t. II, p. 487.

aux lymphe ... constant entre leurs caractères anatomiques l'intestin g... de l'Animal, et l'on rencontre à cet égard des naissent p... très grandes chez des espèces dont l'organisation digestif ; n... ne diffèrent que fort peu : aussi le physiologiste dans les g... attacher aucune importance à ces particularités de

La disp... (1).
sente che
dépender ... par le côlon replié, consider... en une longue chaîne dispersic... troncs sanguins de cette leur fus... les vaisseaux efférents de unique ... de ganglions, après que le ... d'autres corps analogues des an... de l'aorte, constituent deux naître ... qui se rendent au réservoir de Pecquet, et, chemin faisant, aux ... lymphatiques de l'intestin grêle. Les lym... cette dernière portion ...gestif se réunissent assez ...nt en plus de quatre cents ...marchent presque parallè... le dos, et traversent vingt... ganglions placés près de ... de l'artère mésentérique ... quinze à vingt ganglions ... ils concourent à former ... réservoir de Pecquet, ... déjà dit (a).

tère ga... tème ... bord s... d'autr... jet de fondr... près d... thora...

Le ...uf, la disposition des réun... de l'intestin est un peu du ... ux du gros intestin, dès L... au mésentère, traver... non ...ions assez gros, et se me... ite en un tronc volu... d'u... accole aux vaisseaux d'a... ondants, et remonte de... il reçoit une branche ve... venant de ce viscère, gr... q...

de la rate et de l'estomac ; enfin parvenu près de l'aorte, il se divise en deux branches qui embrassent ce vaisseau et donnent naissance supérieurement au canal thoracique (b). Il en est à peu près de même chez les autres Ruminants.

Chez les Singes, de même que chez l'Homme, les ganglions lymphatiques de l'intestin sont nombreux et très disséminés.

Chez le Sajou, Meckel a compté dans le mésentère environ quinze de ces corps disposés sur un seul rang, et il a trouvé un grand ganglion conique sur le trajet des vaisseaux du gros intestin.

Chez le Papion, douze à quinze ganglions ovalaires sont disposés en cercle près de la racine du mésentère, et d'autres ganglions aussi nombreux, mais plus petits, sont épars entre les lames du mésocôlon.

Chez l'Ouistiti, il existe dans le mésentère un ganglion très allongé qui est flanqué de quelques autres plus petits, et l'on ne rencontre dans le mésocôlon que trois petits ganglions arrondis (c).

(1) On trouve chez les Mammifères tous les degrés intermédiaires entre la dispersion complète des ganglions

...ie *comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 69, fig. 68.
...2, fig. 69.
...*anatomie comparée*, t. IX, p. 461.

gnalerai cependant un fait anatomique qui me paraît uable. En général, les vaisseaux efférents des ganglions ériques, qui concourent à former le canal thoracique, mbreux, lors même que ces ganglions sont représentés e masse unique ; mais chez quelques Mammifères, les ɜs, par exemple, il en est autrement, et ce canal naît e directement du ganglion d'Aselli, sous la forme d'un ıbe membraneux (1).

riques nombreux qui se remar- z l'Homme et chez les herbi- els que le Cheval ou le Bœuf, ncentration complète de ces ı une masse unique. Comme de ces passages, je citerai certains Rongeurs.

le Lièvre, on ne voit de ces ıs intestinaux qu'à la racine ntère, et Meckel en a compté six seulement, dont trois ou ont très rapprochés entre eux ɛ confondus, et dont un autre, aussi grand que tout le groupe nt, n'est que peu éloigné de (a). M. Panizza en décrit huit hez le Lapin et deux ou trois chez la Marmotte (b).

le Castor, le ganglion d'Aselli ésenté par huit petits lobes ı qui sont disposés en demi- rès de la racine du mésentère, ıe sont qu'incomplétement sé- ıtre eux. On trouve aussi dans ntère, près de l'intestin, un : petits ganglions isolés, et les iques du gros intestin ne pré- sentent sur leur trajet qu'un seul petit groupe composé de deux ou trois ganglions (c).

Chez le Cochon, de même que chez les autres Pachydermes, les ganglions mésentériques sont très nombreux et réunis en deux groupes principaux ; mais chez le Pécari, qui appartient à la même famille, ces ganglions se rapprochent au point de se confondre en une seule masse, surtout chez l'adulte (d).

Chez le Fourmilier tridactyle, on trouve dans le mésentère une vingtaine de petits ganglions isolés, et un ganglion d'Aselli long et étroit, qui s'étale antérieurement, comme s'il tendait à se résoudre en petits ganglions isolés. Chez le Fourmilier didactyle, cette masse est représentée par plusieurs ganglions isolés (e).

Chez le Pangolin à courte queue, on trouve environ quinze petits ganglions mésentériques isolés. Chez les Tatous, au contraire, ils sont réunis en une masse unique et allongée (f).

(1) Chez les Phoques, le passage

kel, *Traité d'anatomie comparée*, t. IX, p. 458.
izza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, p. 61 et 62.
kel, *Op. cit.*, p. 457.
izza, *Op. cit.*, p. 54.
kel, *Op. cit.*, p. 456.
n, *ibid.*, p. 457.

Lymphatiques du thorax.

Le canal thoracique reçoit à son extrémité inférieure des troncs qui viennent des parois postérieures du thorax (1), et à mesure qu'il s'avance vers la base du cou, d'autres lymphatiques dépendants des poumons, du cœur et des parties voisines y viennent également déboucher. Ces vaisseaux traversent préalablement des ganglions qui se trouvent en nombre considérable (2).

des injections des vaisseaux afférents au ganglion d'Aselli, dans les lymphatiques efférents de cet organe, est moins facile que chez beaucoup d'autres Mammifères, et lorsque les tissus ont été ramollis par un commencement de putréfaction, les liquides introduits de la sorte se répandent souvent dans les veines adjacentes. Ce sont ces circonstances qui en ont imposé à Fohmann, et qui ont fait croire pendant quelque temps que chez ces Mammifères le ganglion d'Aselli était privé de vaisseaux efférents, et déversait directement dans les veines du mésentère le chyle que les lymphatiques afférents y apportaient (*a*); mais les recherches anatomiques de Rosenthal et de M. Knox vinrent bientôt démontrer l'existence de lymphatiques efférents qui, chez le Phoque comme chez tous les autres Animaux de la même classe, se rendent de cet organe au canal thoracique (*b*). Il paraît, du reste, y avoir quelques variations dans la disposition de ces vaisseaux, et Rosenthal les a vus se réunir très promptement pour constituer, dans le sillon en forme de hile situé sur la face dorsale du ganglion, un conduit unique qui est désigné par quelques anatomistes sous le nom de *canal de Rosenthal* (*c*), et qui, après s'être joint à des lymphatiques de l'abdomen pour constituer le canal thoracique, se divise en deux branches ascendantes, lesquelles se réunissent de nouveau avant d'arriver à la veine sous-clavière gauche. Il est aussi à noter qu'il existe chez les Phoques un petit nombre d'autres ganglions lymphatiques abdominaux qui dépendent du gros intestin, du foie, etc. (*d*).

(1) Deux troncs lymphatiques, dont les affluents arrivent des huit derniers espaces intercostaux et de la partie postérieure du diaphragme, descendent vers le réservoir de Pecquet, et rappellent, par leur disposition, les veines azygos.

(2) D'après leurs rapports anato-

(*a*) Fohmann, *Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen*, 1821, p. 45.

(*b*) Rosenthal, *Brief* (Froriep's *Notizen*, 1822, t. II, p. 5). — *Zur Anatomie der Seehunde* (Nova Acta Acad. Nat. curios., 1831, t. XV, 2e partie, p. 335, pl. 26, fig. 3 et 27, fig. 4 (figures reproduites par Carus et Otto, *Tab. anat. compar. illustr.*, pars VI, pl. 7, fig. 6 et 7).

— Knox, *Observations on the Anatomy of the Lacteal System in the Seal and Cetacea* (*Edinburgh Medical and Surgical Journal*, 1824, t. XXII, p. 23).

(*c*) Stannius et Siebold, *Nouveau Manuel d'anatomie comparée*, t. II, p. 487.

(*d*) Rosenthal, *Op. cit.* (*Actes de l'Acad. des curieux de la Nature*, t. XV, 2e partie, pl. 27, fig. 4).

mphatiques des membres thoraciques sont disposés à de la même manière que ceux des membres abdomi- arrivent à un grand nombre de gros ganglions qui sont ofondément dans le creux de l'aisselle, et qui reçoivent branches venant des mamelles et des parties latérales icielles du thorax (1). Les vaisseaux efférents de ces

Lymphatiques des membres thoraciques.

a divise les ganglions viscé- orax de l'Homme en quatre les *médiastinaux anté- médiastinaux postérieurs, ques* et les *bronchiques.*

iglions médiastinaux posté- t répandus autour de l'œso- at ils reçoivent les branches aes ; une partie de celles agme y pénètrent aussi, et eaux efférents se rendent au acique (*a*).

iglions logés dans le mé- érieur, au-devant du péri- sont qu'en petit nombre, t des lymphatiques qui ac- at l'artère mammaire in- qui viennent en partie du e. Supérieurement, cette système thoracique se con- les ganglions cardiaques et ches plexiformes (*b*).

glions bronchiques sont très et d'un volume considé- se font remarquer aussi par eur noire, et s'étendent de bifurcation de la trachée ères divisions des bronches, à se loger jusque dans la de la racine des pou-

Les vaisseaux qui s'y rendent forment, les uns un lacis serré et variqueux à la surface des poumons, les autres des réseaux anastomotiques profonds qui se lient aux premiers et entourent chaque lobule, puis fournissent des branches qui suivent en sens inverse le trajet des canaux bronchiques.

Les canaux efférents des ganglions bronchiques vont déboucher dans la portion voisine du canal thoracique.

La disposition de la portion pulmonaire du système lymphatique a été récemment l'objet de recherches très approfondies, dues à M. Jarjavay (*d*).

Les vaisseaux lymphatiques du cœur sont très nombreux et accompagnent les vaisseaux coronaires : les uns vont se joindre aux ganglions bronchiques ; les autres pénètrent dans les ganglions cardiaques situés au-devant de la crosse de l'aorte, puis débouchent par un tronc commun dans le canal thoracique, près de l'extrémité supérieure de celui-ci.

(1) Ce système de ganglions axillaires se prolonge plus ou moins loin vers la glande mammaire, mais se trouve en majeure partie groupé autour de l'artère et de la veine axil-

Mascagni, *Vasorum lymphaticorum hist. et iconogr.*, pl. 21.
ibid., pl. 26, fig. 1 et 2.
ibid., pl. 21.
ry et Jacob, t. IV, pl. 91.
y, *Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques du poumon* (*Arch. gén. de méd.*, 4e série, et 220).

ganglions forment un plexus entrecoupé d'autres ganglions, qui accompagne la veine sous-clavière et qui se termine par un ou deux troncs. Du côté gauche, ces derniers vaisseaux s'anastomosent avec la portion terminale du canal thoracique, ou débouchent séparément dans la veine sous-clavière, près de l'orifice de ce conduit; du côté droit, ils y pénètrent isolément ou se réunissent au tronc cervical correspondant pour constituer le vaisseau terminal que les anatomistes désignent d'ordinaire sous les noms de ***grande veine lymphatique*** ou de ***canal thoracique droit*** (1).

Lymphatiques de la tête et du cou.

Les lymphatiques de la tête et du cou présentent aussi sur leur trajet de nombreux ganglions. On trouve déjà quelques-uns de ces organes dans le voisinage de l'oreille et sous la partie postérieure du cuir chevelu ; d'autres se voient près du bord de la mâchoire inférieure, au-devant du muscle masséter, ou derrière l'os maxillaire inférieur (2); mais la plupart sont logés dans le cou, près des veines jugulaires, et dans les portions de cette région qui avoisinent les clavicules, où ils constituent avec leurs branches anastomotiques un plexus très com-

laires. Il se relie aussi aux ganglions cervicaux par de nombreuses branches anastomotiques (*a*).

(1) Dans la prochaine Leçon, nous reviendrons sur le mode de terminaison des lymphatiques dans les veines.

(2) On désigne ces ganglions lymphatiques d'après leur position.

Les *ganglions crâniens* occupent, comme je l'ai déjà dit, la région postérieure du crâne au-dessus de la nuque ; dans l'état normal, ils sont fort petits, mais souvent ils deviennent très apparents dans les cas de maladie du cuir chevelu (*b*).

Les *ganglions parotidiens* sont logés, soit sous la peau, soit dans l'épaisseur de la glande parotide, entre l'oreille et la branche montante de la mâchoire inférieure (*c*).

D'autres ganglions, dits *zygomatiques*, sont situés sous l'arcade du même nom.

Il existe aussi des *ganglions buccinateurs*, qui se trouvent près des lèvres.

Enfin, les *ganglions sous-maxillaires* sont placés dans le voisinage de l'artère faciale et se prolongent au-devant du muscle masséter.

(*a*) Voyez Mascagni, *Vasorum lymphaticorum hist. et iconogr.*, pl. 25, fig. 3, et 26, fig. 1.
(*b*) Idem, *ibid.*, pl. 24.
(*c*) Idem, *ibid.*, pl. 27, fig. 4.

dont la portion inférieure se confond avec le plexus
: (1). Les troncs efférents de ce système s'unissent
ıl thoracique du côté gauche, mais du côté droit ils
ıent directement dans la partie inférieure de la veine
'e (2).

important de noter aussi que chez quelques Mammi-
e Cheval, par exemple, la grande veine lymphatique
nique librement avec le canal thoracique par plusieurs
branches anastomotiques, de façon que, lorsque ce
vaisseau se trouve obstrué, le passage du liquide des

Troncs terminaux du système lymphatique.

elques-uns de ces ganglions
sont superficiels et se trou-
le voisinage des veines jugu-
ternes (*a*); mais la plupart
; plus profondément sur les
cou, sous le muscle sterno-
n ou derrière sa portion
:. Leurs troncs terminaux
nt directement dans le canal
e ou se réunissent à des
axillaires ou cardiaques.
existe souvent quelques va-
lans le mode de jonction de
portions du système lympha-
: les veines centrales. Ainsi,
: plexus axillaire gauche se
par un seul tronc, on voit
ral celui-ci s'ouvrir dans la
s-clavière avant d'avoir at-
ınal thoracique (*b*) ; mais le
vent il donne naissance à
ınches dont l'une se jette
lernier conduit, près de son
, soit isolément, soit après
ıt à une branche cervicale, tandis que l'autre s'ouvre dans la veine sous-clavière, tout près de ce dernier.

Du côté droit, il arrive souvent que le tronc commun des lymphatiques cervicaux s'ouvre isolément dans la partie inférieure de la veine jugulaire correspondante, tandis que le tronc terminal des lymphatiques du membre supérieur débouche dans la veine sous-clavière, à peu de distance de la jonction de celle-ci avec la jugulaire. Souvent aussi le tronc terminal des lymphatiques mammaires externes s'ouvre isolément dans la veine sous-clavière ; d'autres fois ces vaisseaux, avant de se terminer de la sorte, sont reliés entre eux par des branches anastomotiques, et d'autres fois aussi ils se confondent tous en un seul tronc très court, appelé *grande veine lymphatique*. Mais ces variations n'ont que peu d'importance, car ces embouchures sont toujours très rapprochées entre elles (*c*).

Mascagni, *Op. cit.*, pl. 24.
ibid., pl. 26, fig. 1, et pl. 27, fig. 5.
ibid., pl. 27, fig. 4.
;ery et Jacob, *Op. cit.*, t. IV, pl. 91.

lymphatiques abdominales vers les grosses veines situées près du cœur n'en continue pas moins d'avoir lieu ; seulement le courant ascendant, au lieu de se déverser dans la veine sous-clavière gauche, se détourne alors de sa route ordinaire pour gagner la jugulaire droite (1).

Résumé. En résumé, nous voyons donc que chez l'Homme et les autres Mammifères, le système lymphatique arrive à un haut degré de complication, et que les nombreux ganglions dont il est pourvu se montrent dans toutes les parties du corps où le tissu conjonctif est abondant. Ces ganglions, de même que les principaux vaisseaux dont ils dépendent, occupent principalement dans les membres le voisinage des articulations et y sont toujours situés du côté qui, dans les mouvements de flexion, forme un angle rentrant. Ceux qui se logent dans les grandes chambres viscérales se trouvent pour la plupart accolés à la paroi dorsale de ces cavités, ou groupés autour des gros vaisseaux qui partent de l'aorte ou du cœur pour se répandre dans les viscères adjacents. Il est aussi à noter que chez l'Homme toutes les branches qui naissent des parties plus ou moins périphériques de l'organisme, et qui convergent vers le canal thoracique ou les autres troncs

(1) Cette disposition anastomotique a été constatée par M. Colin chez les Solipèdes (*a*), mais ne paraît exister d'ordinaire ni chez les Ruminants ni chez le Chien.

Au sujet des anomalies qui se rencontrent parfois dans la disposition des vaisseaux lymphatiques chez l'Homme, je renverrai à la grande *Physiologie* de Haller (*b*), à l'ouvrage de Breschet (*c*), et à un article de M. Todd (*d*).

Dans quelques cas pathologiques, ces vaisseaux se dilatent énormément et forment çà et là des paquets de grandes ampoules (*e*).

(*a*) Colin, *Physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 110.

(*b*) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. VII, p. 222.

(*c*) Breschet, *Le système lymphatique considéré sous les rapports anatomique, physiologique et pathologique*, chap. IV, p. 238 et suiv.

(*d*) Todd, art. *Lymphatic System, Abnormal Anatomy* (*Cyclopædia of Anat. and Physiol.*, t. [illegible] p. 232).

— Voyez aussi Edlen von Patruban, *Ueber die Einmündung eines Lymphaderstammes* [illegible] *lische vena anonyma* (Müller's *Arch. für Anat. und Physiol.*, 1845, p. 15, pl. 4).

(*e*) Amussat, Grimaud et Rivière, *Développement extraordinaire du canal thoracique et* [illegible] *vaisseaux lymphatiques*, etc. (*Journal de physiologie* de Magendie, 1830, t. X, p. 22).

terminaux de ce système, n'y arrivent qu'après avoir traversé au moins un de ces ganglions. Enfin, non-seulement aux membres, mais dans toutes les autres parties, les lymphatiques constituent deux couches assez distinctes, l'une superficielle, l'autre profonde ; mais ces deux portions du système des vaisseaux blancs communiquent fréquemment entre elles par des anastomoses, et elles ne sont en réalité bien nettement délimitées que dans les parties périphériques de l'organisme où les lymphatiques sous-cutanés sont séparés des branches profondes par la membrane aponévrotique dont le système musculaire est revêtu.

Maintenant que nous connaissons d'une manière générale la topographie de l'appareil lymphatique, nous devons examiner de plus près la structure des différentes parties constituantes de ce système, chercher comment ces vaisseaux naissent dans la profondeur des tissus dont nous les voyons sortir, et étudier la nature du liquide qu'ils recueillent dans les divers points de l'économie pour le verser dans le torrent de la circulation. Tels sont, en effet, les points dont je me propose de traiter dans la prochaine Leçon.

QUARANTE ET UNIÈME LEÇON.

Structure des vaisseaux lymphatiques ; leurs valvules. — Ganglions lymphatiques ; leur structure et leur mode de développement. — Mode d'origine des vaisseaux lymphatiques ; leurs relations avec les vaisseaux sanguins.

Tuniques des vaisseaux lymphatiques.

§ 1. — La disposition générale et la structure des vaisseaux lymphatiques de l'Homme et des autres Mammifères offrent, avec celles des veines, une analogie remarquable, et si ces deux ordres de canaux ne différaient par l'aspect des liquides renfermés dans leur intérieur, il serait souvent presque impossible de les distinguer. Mais les lymphatiques sont d'une texture plus délicate que les vaisseaux sanguins. Ainsi que je l'ai déjà dit, ils sont transparents, et leurs parois sont très minces. Cependant, si l'on examine un gros tronc, ou même une branche de moyen calibre, il est facile d'y distinguer, comme dans les veines, plusieurs tuniques (1). A l'intérieur, on y aperçoit une couche de cellules épithéliales adhérentes à une lame membraniforme réticulée dont les fibrilles sont dispo-

(1) Les premiers anatomistes qui se sont occupés de la structure des lymphatiques, et même Hewson, n'avaient aperçu dans les parois de ces vaisseaux qu'une couche membraneuse uniforme, c'est-à-dire dépourvue de fibres (*a*) ; mais Nuck y constata l'existence de deux tuniques, et chez le Cheval il reconnut une texture fibreuse dans le canal thoracique (*b*). Sheldon confirma ces observations, et indiqua un moyen pour rendre facile la démonstration de ce mode d'organisation : c'est de retourner une portion du canal thoracique, en l'étendant sur un cylindre de verre de façon à le dilater ; car alors la tunique interne, moins élastique que les autres, se déchire avant que celles-ci aient cédé, et elle laisse à découvert, d'espace en espace, la tunique moyenne (*c*). Dans la plupart des ouvrages sur

(*a*) Hewson, *Description of the Lymphatic System* (*Works*, p. 124).
(*b*) Nuck, *Adenographia curiosa et uteri fœminei anatome nova*, 1696, p. 43.
(*c*) Sheldon, *The History of the Absorbant System*, 1784, p. 26.

sées longitudinalement. Ces parties constituent ce que les anatomistes appellent la *tunique interne* de ces lymphatiques. Plus en dehors, on découvre une tunique moyenne composée de fibres musculaires lisses et de fibres élastiques très fines, dirigées les unes et les autres transversalement (1); enfin le tout est revêtu extérieurement par une troisième tunique qui se compose principalement de faisceaux longitudinaux de filaments de tissu conjonctif entremêlés de quelques fibres musculaires lisses dont le trajet est oblique ou longitudinal (2). Le déve-

l'anatomie descriptive de l'Homme, on ne fait mention que de deux tuniques (*a*); mais les observations de Sheldon et les recherches histologiques de MM. Henle, Valentin, Krause, Lane, Kölliker, Bowmann et Todd, etc., montrent que la structure de ces vaisseaux est plus complexe.

(1) Suivant quelques anatomistes, cette tunique moyenne n'existerait pas (*b*), ou tout au moins manquerait dans les lymphatiques du mésentère (*c*). M. Kölliker l'a toujours rencontrée dans ceux du plexus lombaire et des membres (*d*), et ses observations à ce sujet s'accordent avec celles de M. Henle (*e*).

(2) Les fibres musculaires lisses dont il est ici question ont été décrites et figurées par M. Kölliker dans les ganglions lymphatiques du mésentère du Lapin (*f*), et dans les ganglions lymphatiques de la Souris, par M. Heyfelder (*g*).

Elles ne paraissent pas différer notablement de celles qui se trouvent dans la tunique moyenne des artères et des veines, et appartiennent à la variété des fibres non striées, que M. Cruveilhier et quelques autres anatomistes désignent sous le nom de *tissu dartoïde* (*h*). Du reste, elles ne sont que très peu développées.

(*a*) Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, t. III, p. 184.

— Henle, *Symbolæ ad anatomiam villorum imprimis eorum epithelii et vasorum lacteorum*, 1837, et *Traité d'anatomie générale*, t. II, p. 89.

— Valentin, *Ueber das Gewebe der ductus thoracicus und der Lymphgefässe* (*Repertorium*, 1837, t. II, p. 242).

— Krause, *Vermischte Beobachtungen* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1837, p. 5).

— S. Lane, art. *Lymphatic and Lacteal System* (Todd's *Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. III, p. 208).

— Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 625 et suiv.

— Bowmann et Todd, *Physiological Anatomy*, t. II, p. 272.

(*b*) Burggraeve, *Histologie*, p. 338.

(*c*) Weyrich, *De textura et structura vasorum lymphaticorum*. Dorpat, 1851.

(*d*) Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 627.

(*e*) Henle, *Traité d'anatomie générale*, t. II, p. 90.

(*f*) Kölliker, *Beiträge zur Kenntniss der glatten Muskeln* (*Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 1849, t. I, p. 85).

(*g*) Heyfelder, *Ueber den Bau der Lymphdrüsen* (*Nova Acta Acad. Nat. curios.*, t. XXIII, p. 545, pl. 53, fig. 5).

(*h*) Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, t. III, p. 134.

loppement relatif de ces divers éléments anatomiques varie, et dans quelques parties du système la structure de ces vaisseaux se complique davantage. Ainsi, dans le tronc principal, ou *canal thoracique*, le microscope fait découvrir, entre les tuniques interne et moyenne déjà mentionnées, plusieurs lames striées et une membrane élastique réticulée; enfin la tunique externe, devenue plus épaisse, est enrichie d'un certain nombre de fibres musculaires longitudinales (1). On a constaté aussi la présence de vaisseaux sanguins dans l'épaisseur des parois des lymphatiques, mais jusqu'ici on n'est point parvenu à y reconnaître des nerfs (2).

Contractilité de leurs parois. Pendant longtemps on a révoqué en doute l'existence d'éléments musculaires dans les tuniques des vaisseaux blancs, et aujourd'hui encore beaucoup d'anatomistes se refusent à considérer comme telles les fibres lisses et contractiles qu'on y aperçoit (3). Effectivement l'irritabilité de ces conduits est en général

(1) Déjà, vers la fin du siècle dernier, Sheldon avait distingué des fibres musculaires circulaires dans les parois du canal thoracique, chez le Cheval (*a*), et ses observations à ce sujet ont été confirmées par des anatomistes de l'époque actuelle (*b*).

(2) Cruikshank a injecté les artérioles nourricières des parois des vaisseaux lymphatiques, et les a vues se ramifier élégamment dans la substance de leurs tuniques (*c*). L'existence des *vasa vasorum* dans les parois minces et transparentes de ces vaisseaux a été constatée aussi par plusieurs autres anatomistes, et devient parfois facile à reconnaître par la manifestation de phénomènes inflammatoires dans ces tubes. En effet, les lymphatiques sont alors non-seulement gonflés et douloureux, mais fortement injectés, et prennent l'apparence de cordons rouges (*d*).

(3) Ainsi, M. Cruveilhier et M. Sappey considèrent ces fibres comme ap-

(*a*) Sheldon, *The History of the Absorbent System*, p. 16.
(*b*) Burggraeve, *Histologie*, 1843, p. 337.
— Bowman et Todd, *Physiological Anatomy*, t. II, p. 273, fig. 169.
(c) Cruikshank, *Anatomie des vaisseaux absorbants*, p. 131.
(*d*) Allard, *De l'inflammation des vaisseaux lymphatiques*, etc., 1824.
— Andral, *Recherches pour servir à l'histoire des maladies du système lymphatique* (*Arch. gén. de méd.*, 1824, t. VI, p. 503 et suiv.).
— Velpeau, *Mémoire sur les maladies du système lymphatique* (*Arch. gén. de méd.*, 2e série, t. VIII, p. 129).
— Grisolle, *Traité de pathologie externe*, 1855, t. II, p. 69 et suiv.

extrêmement obscure chez les Animaux les plus voisins de l'Homme; mais, ainsi que nous l'avons déjà vu, il en est quelquefois autrement chez les Vertébrés inférieurs (1), et tout porte à croire que, sous ce rapport, les lymphatiques des Mammifères ne diffèrent pas notablement des veines, et possèdent cette contractilité lente dont nous avons rencontré tant d'exemples en étudiant le système vasculaire sanguin. On a vu, dans beaucoup d'expériences, ces vaisseaux se resserrer peu à peu quand on les irritait, et, bien qu'ils soient doués d'une grande élasticité (2), on ne saurait attribuer uniquement à cette force physique les phénomènes de contraction qui s'y manifestent, car les effets produits de la sorte sont plus considérables pendant la vie que sur le cadavre (3). Quelque-

partenant à une classe particulière de tissus qui, par leurs propriétés et leurs caractères anatomiques, seraient intermédiaires entre les muscles des tuniques intestinales, etc., et les ligaments élastiques (*a*).

(1) Voyez ci-dessus, pages 466, 475, 481 et 488.

(2) La grande élasticité des parois de ces canaux a été bien démontrée par une observation de Lauth. Un lymphatique qui, à l'état de vacuité, présentera, dit cet anatomiste, un canal presque imperceptible, pourra acquérir un diamètre d'une demi-ligne par l'injection; mais si l'on vide ce vaisseau, il reprendra son calibre primitif (*b*). Mascagni a constaté la persistance de cette élasticité pendant deux années dans des lymphatiques distendus par le mercure et conservés dans l'alcool (*c*).

(3) Tous les physiologistes qui ont fait des expériences sur les lymphatiques, chez des Animaux vivants, ont eu l'occasion de remarquer que les parois de ces vaisseaux ont un grand ressort, et tendent à se resserrer de façon à expulser les liquides contenus dans leur intérieur. Ainsi, Aselli, le jour même où il découvrit les chylifères, constata cette propriété, car il vit ces conduits se vider et disparaître en quelques minutes (*d*). Hewson constata des faits analogues chez les Oiseaux (*e*), et Sheldon fut souvent témoin de phénomènes du même ordre en étudiant les lymphatiques de la région cervicale, chez le Chien (*f*). MM. Tiedemann et Gmelin,

(*a*) Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, t. III, p. 134.
— Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 626.
(*b*) E. A. Lauth, *Essai sur les vaisseaux lymphatiques*, p. 5 (Thèse, Strasbourg, 1824).
(*c*) Mascagni, *Vasorum lymphaticorum corporis humani historia et iconographia*, p. 27.
(*d*) Aselli, *De lactibus sive lacteis venis dissert.*, p. 20.
(*e*) Hewson, *Works*, p. 125.
(*f*) Sheldon, *Op. cit.*, p. 27.

fois même, chez les grands Ruminants, certaines parties du système lymphatique sont animées de mouvements rhythmiques

ayant lié le canal thoracique d'un Chien, virent non-seulement ce conduit se vider au-dessus de l'obstacle et se gonfler au-dessous, mais le liquide dont cette dernière portion était gonflée, s'en échapper en formant jet, aussitôt qu'ils y eurent fait une petite piqûre (*a*).

Enfin M. Colin, en faisant des expériences sur les Chevaux, a vu fréquemment des lymphatiques qui avaient le diamètre d'une plume d'oie, devenir tout à coup filiformes, et cette diminution de volume ne dépendait pas de la pression exercée par les parties circonvoisines, car elle arrivait à son maximum quand ces vaisseaux avaient été isolés par la dissection (*b*).

Mais on devait se demander si ce ressort était dû à l'élasticité des tissus seulement ou à quelque force physiologique. Mascagni adopta la première de ces hypothèses (*c*) ; mais la plupart des expérimentateurs du siècle dernier se prononcèrent en faveur de la seconde manière de voir. Les raisons qu'ils alléguèrent ne furent cependant pas toujours bien solides. Les uns parlèrent du resserrement des lymphatiques comme étant dû à une propriété distincte de l'irritabilité musculaire, sans rien préciser, quant à la nature de cette force (*d*) ; d'autres l'attribuèrent à la contractilité musculaire (*e*). Haller, qui professa cette opinion, se fonda sur des expériences dans lesquelles il avait vu le canal thoracique d'une Souris et les vaisseaux lactés d'un Chevreau se contracter, quand il les touchait avec de l'acide sulfurique (*f*) ; mais Bichat objecta que les effets produits de la sorte pouvaient bien résulter seulement de la corrugation des tissus déterminée par cette matière corrosive, et ne pas dépendre de l'irritabilité musculaire (*g*). Les expériences faites, vers la fin du siècle dernier, par Schreger, paraissent plus décisives. Effectivement, cet auteur assure avoir provoqué dans ces vaisseaux des contractions bien manifestes, non-seulement en les excitant par le contact d'agents chimiques, tels que l'alcool, mais aussi en les stimulant mécaniquement ou en les exposant à l'action du froid (*h*). J. Müller a fait plus récemment des recherches sur ce sujet ; mais il n'est arrivé qu'à des résultats négatifs, sauf dans un cas où il obtint un resserrement insignifiant du canal thoracique en soumettant ce vaisseau à l'action d'un courant galvanique (*i*). Enfin,

(*a*) Tiedemann et Gmelin, *Recherches sur la route que prennent diverses substances pour passer de l'estomac et de l'intestin dans le sang*, traduit par Haller, p. 4, 1822 (?).

(*b*) Colin, *Traité de physiologie comparée des Animaux domestiques*, 1856, t. II, p. 87.

(*c*) Mascagni, *Op. cit.*, p. 27.

(*d*) C. G. Ontyd, *Dissert. acad. de causa absorptionis per vasa lymphatica*, p. 79. Leyde, 1795.

(*e*) Par exemple : Cruikshank, *Anatomie des vaisseaux absorbants*, p. 128 et suiv.

(*f*) Haller, *Mém. sur les parties sensibles et irritables*, t. I, p. 278.

(*g*) Bichat, *Anatomie comparée*, t. II, p. 117.

(*h*) Schreger, *De irritabilitate vasorum lymphaticorum*, 1789.

(*i*) Müller, *Manuel de physiologie*, t. I, p. 212.

caractérisés. Ainsi, M. Colin a vu des contractions de enre dans les vaisseaux lactés du mésentère chez le ' (1).

a attaqué la question d'une nanière ; il a comparé les effets sort de ces vaisseaux chez les ux vivants ou récemment morts des cadavres où tout indice de : avait disparu, et il a constaté ındes différences. Ainsi que je à dit, quand, sur le vivant, on anal thoracique, et qu'on y fait : une piqûre au-dessous du oblitéré, le liquide qui s'y est lancé dehors sous forme ; mais en répétant cette opé- sur le cadavre, on voit que ement ne s'effectue que len- . Lauth a observé aussi que it vingt-quatre heures après la les vaisseaux chylifères conser- ssez d'irritabilité pour se con- , quand ils sont excités par le de l'air, mais que plus tard ent distendus par le chyle, lors- ont mis à nu (a).

n parle d'un mouvement ver- re qu'il aurait vu dans les vais- ymphatiques, mais il ne donne jet aucun détail qui soit de na- nspirer quelque confiance dans ude de ses observations (b).

, MM. Bowmann et Todd ont anal thoracique se contracter ent sous l'influence d'une exci- nécanique (c), et c'est la len- ec laquelle ce phénomène se manifeste, qui est probablement la cause des résultats négatifs auxquels la plupart des expérimentateurs sont arrivés dans des essais du même genre.

Quant à la contractilité des villosités intestinales, où beaucoup de ces vaisseaux prennent naissance, j'aurai l'occasion d'y revenir dans une prochaine Leçon.

(1) Ces vaisseaux présentent quelquefois, sur divers points de leur longueur, des élargissements en forme d'ampoules, et M. Colin a vu ces parties dilatées se contracter au point de disparaître presque, puis s'agrandir de nouveau, de façon à se remplir et à se vider alternativement, et cela d'une manière régulière (d).

Ce physiologiste a remarqué aussi que la rétractilité des lymphatiques est, en général, plus prononcée dans les petites branches que dans les gros troncs, et qu'elle est la plus forte dans les vaisseaux sinueux qu'entoure beaucoup de tissu conjonctif, par exemple, dans ceux de l'aine, du cou et de la région sous-lombaire. La citerne, ou réservoir de Pecquet, à moins d'être adhérente aux parties voisines, comme cela a lieu chez les Solipèdes, se resserre plus fortement que le canal thoracique, bien que ses parois soient plus minces (e).

?. Lauth, *Essai sur les vaisseaux lymphatiques*, p. 6.
:z Breschet et Roussel de Vauzème, *Recherches sur les appareils tégumentaires des* (*Ann. des sciences nat.*, 1834, 2ᵉ série, t. II, p. 230).
mann et Todd, *Physiological Anatomy*, 1856, t. II, p. 273.
n, *Recherches expérimentales sur les fonctions du système lymphatique* (Mémoire présenté à l'Académie des sciences en 1858).
1, *Traité de physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 88.

Les parois des lymphatiques, malgré leur ténuité et leur grande délicatesse apparente, sont en réalité fort robustes : elles ne se rompent que sous l'influence d'une pression très considérable (1) ; mais elles sont néanmoins fort extensibles, et c'est principalement à raison de cette propriété et de l'existence de valvules très multipliées dans leur intérieur que ces vaisseaux prennent un aspect variqueux ou même moniliforme quand ils sont gonflés par une injection.

Valvules. § 2. — Les valvules qui subdivisent de la sorte les lymphatiques, et leur donnent l'apparence d'une série de cellules ovoïdes ou de cônes emboîtés les uns dans les autres, sont disposées à peu près de la même manière que celles des veines (2). Elles représentent chacune une sorte de voile membraneux en forme de croissant qui adhère à la paroi du vaisseau par sa grande courbure, tandis que sa petite courbure, dirigée vers le centre du système, est libre. Elles consistent essentiellement en un repli de la tunique interne, et

(1) Sheldon a vu que les parois des lymphatiques, malgré leur grande minceur, résistent à la pression d'une colonne de mercure dont le quart suffirait souvent pour rompre les tuniques d'une veine ou d'une artère de même calibre (*a*). Breschet a trouvé que dans les membres inférieurs cette résistance des lymphatiques est à celle des artères dans le rapport de 10 à 3 ; mais qu'elle est plus petite dans les membres supérieurs et moindre encore dans les viscères (*b*).

(2) La structure de ces valvules a été étudiée par Rudbeck, Bartholin et beaucoup d'anatomistes du siècle dernier ; mais c'est surtout à Ruysch qu'on en doit la connaissance exacte (*c*). Ce point de l'histoire anatomique des vaisseaux lymphatiques a été l'objet de recherches nouvelles et très approfondies, il y a une vingtaine d'années ; Breschet, et, à son instigation, Lauth, s'en sont occupés avec beaucoup de persévérance, et l'on trouve dans un ouvrage du premier de ces deux auteurs une description très détaillée de ces organes (*d*).

(*a*) Sheldon, *The History of the Absorbent System*, p. 27.

(*b*) Breschet, *Le système lymphatique considéré sous les rapports anatomique, physiologique et pathologique*, 1836, p. 74).

(*c*) F. Ruysch, *Dilucidatio valvularum in vasis lymphaticis et lacteis* (*Opera*, t. I, p. 1-1[illegible]

(*d*) Breschet, *Le système lymphatique considéré sous les rapports anatomique, physiologique et pathologique*, 1836, p. 76 et suiv., pl. 1, fig. 1-3. — Les observations de Lauth sont consignées dans cet ouvrage, p. 84 et suiv.

leur portion libre est d'une si grande délicatesse, qu'une pression assez légère suffit souvent pour la déchirer ; mais, près de leur base, c'est-à-dire de leur ligne de jonction avec les parois dont elles naissent, elles sont plus fortes et renferment dans leur épaisseur un prolongement de la tunique moyenne (1). En général, elles sont géminées, c'est-à-dire réunies par paires, en face l'une de l'autre, de façon à occuper toute la circonférence du vaisseau, et à se rencontrer par leur bord, ou plutôt par la portion terminale de leur face interne. Les poches formées par ces replis sont très profondes dans les gros troncs, mais elles se raccourcissent beaucoup dans les petites branches, et quelquefois elles deviennent si étroites et se confondent si intimement par leurs points de jonction, qu'elles ressemblent à une petite cloison annulaire et n'interceptent qu'incomplétement le passage (2) ; enfin, dans d'autres parties, elles ne paraissent consister qu'en un prolongement du bord aigu de l'angle de jonction de deux de ces vaisseaux (3).

Ces espèces d'écluses ne sont ni également nombreuses, ni également bien constituées dans toutes les parties du système lymphatique. Ainsi elles abondent dans les vaisseaux superfi-

(1) Quelques anatomistes considèrent cette portion basilaire des valvules comme étant formée par un repli de la totalité des parois du vaisseau, et les comparent, sous ce rapport, à la valvule iléo-cæcale de l'intestin, qui résulte d'une sorte d'invagination de ce tube (*a*).

(2) Cette disposition, qui avait été signalée par Breschet, a été décrite avec plus de détails par M. Lane (*b*).

(3) Il arrive, dans certains cas, que dans l'appareil valvulaire situé à l'orifice d'une branche qui se réunit au tronc correspondant sous un angle très aigu, l'un des replis semi-lunaires se développe beaucoup, tandis que l'autre reste plus ou moins rudimentaire ; quelquefois même cette dernière disparaît complétement, et la première n'est indiquée que par un prolongement concave du bord aigu de l'embouchure. Les branches afférentes au canal thoracique offrent parfois cette disposition.

(*a*) Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 618.
(*b*) Lane, art. *Lymphatic and Lacteal System* (Todd's *Cyclop. of Anat. and Physiol.*, t. III, p. 210, fig. 50).

ciels des membres (1) ; elles sont moins multipliées dans ceux qui rampent dans les espaces intermusculaires, et elles sont plus rares dans ceux de la tête et du cou (2) ; dans le réseau pariétal des intestins, elles sont très rapprochées, tandis que dans les troncs lymphatiques qui sillonnent le mésentère elles ne se trouvent qu'à des distances plus notables, et elles sont encore plus espacées dans le canal thoracique. Dans quelques parties, elles manquent complétement (3) ; mais presque toujours elles sont disposées de façon à empêcher le reflux des liquides dans une longueur un peu considérable d'un de ces vaisseaux ou de celui-ci dans ses affluents. Enfin, l'embouchure du canal thoracique est en général garnie d'une valvule très forte, et lors même que ce repli membraneux manque ou est incomplet, comme cela se voit souvent, le passage du sang est presque toujours rendu impossible par de fortes valvules situées à peu de distance de l'extrémité de ce conduit (4).

(1) M. Sappey a compté de 60 à 80 valvules dans les lymphatiques des membres thoraciques, depuis leur origine, au bout des doigts, jusqu'à leur entrée dans les ganglions axillaires, et les lymphatiques des membres inférieurs lui en ont offert de 80 à 100. Dans le voisinage des réseaux d'origine, on les rencontre à 2 ou 3 millimètres de distance, et dans les troncs ils sont rarement placés à plus de 7 à 8 millimètres les uns des autres.

(2) M. Bonamy a pu injecter sur le crâne plusieurs vaisseaux lymphatiques des grosses branches vers les petites, et il pense que ceux du cou sont même dépourvus de valvules dans la plus grande partie de leur étendue (a).

(3) Dans la peau, par exemple, les lymphatiques sont souvent dépourvus de valvules dans une étendue assez considérable ; mais, sur d'autres points, il paraît en exister, car les injections ne passent pas toujours des troncs dans les branches (b). En général, les valvules manquent ou sont en très petit nombre dans toutes les parties radiculaires du système lymphatique.

(4) La plupart des anatomistes s'accordent, avec Mascagni, pour décrire l'embouchure du canal thoracique de l'Homme comme étant garnie d'une

(a) Voyez Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*, p. 618.

(b) Breschet et Roussel de Vauzème, *Recherches sur la structure des appareils tégumentaires des Animaux* (*Ann. des sciences nat.*, 2ᵉ série, t. II, p. 228).

t également à noter que les lymphatiques ne sont pas ən conformés sous ce rapport chez tous les Mammifères. ur l'intestin grêle de quelques Carnivores, ces vaisseaux ınt même manquer complétement de valvules (1), et ; Solipèdes l'embouchure du canal thoracique n'est que omplétement défendue contre l'entrée du sang dans son r (2).

alvule en forme de voile et constituée (a); mais M. Sappouvé que souvent celle-ci résentée que par quelques membraneux impropres à ôle de soupape. Du reste, on 1 ou 2 centimètres plus bas de valvules qui sont capa- :lore complétement le pas-

[uelques cas, mais très rare- a vu les injections refluer du racique dans des parties plus éloignées du système lym- . Ainsi Hunter, en insufflant dans le canal thoracique, e fois la distension de tous fères de l'intestin. Marchet- lt avoir obtenu un résultat : (c).
in a plusieurs fois injecté les s bronchiques par le canal ıe; il a vu aussi l'injection e la grande veine lympha- ıs les branches de ce tronc, e dans les ganglions voi- Mais la plupart de ces résultats paraissent être la conséquence d'altérations cadavériques plutôt que de l'insuffisance normale des valvules lymphatiques dans ces parties centrales du système (e); et souvent il est facile de voir que, sous l'influence d'une pression considérable, on force les passages qui, dans l'état normal, sont fermés (f). Du reste, ces injections rétrogrades ne pénètrent jamais bien loin.

(1) Suivant Breschet, Fohmann aurait constaté cette disposition chez le Lion (g).

(2) Chez le Cheval, cet orifice est garni de deux valvules semi-lunaires qui laissent entre elles une fente allongée, et plus en arrière on trouve dans le canal thoracique cinq ou six paires d'autres valvules dont les dernières sont situées à 1 ou 2 décimètres du réservoir de Pecquet. Mais les obstacles opposés de la sorte au reflux des liquides ne sont pas complets, et on voit le sang, ainsi que les injections qui sont poussées d'avant en arrière dans ce conduit, arriver

ɪ Mascagni, *Op. cit.*, pl. 27, fig. 5.
ɪy, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 622.
ɪ Cruikshank, *Anatomie des vaisseaux absorbants*, p. 144.
ı, *Op. cit.*, t. II, p. 93.
ɪ Sappey, p. 621.
ɪ les remarques de Lauth (Breschet, *Système lymphatique*, p. 91).
:het, *Op. cit.*, p. 82.

Ganglions lymphatiques.

§ 3. — Les ganglions ou glandes (1) qui se trouvent sur le trajet des lymphatiques sont des corps généralement ovoïdes ou globuleux ; souvent colorés en rose ou en brun, quelquefois aussi ils sont noirâtres ; enfin ils sont toujours revêtus d'une enveloppe membraniforme qui se compose uniquement, ou du moins principalement, de tissu conjonctif parsemé de fibres élastiques (2). Cette tunique envoie vers le centre de ces organes des prolongements qui divisent ceux-ci en un nombre considérable de petits compartiments ou lobules, et elle est traversée par des vaisseaux de deux sortes qui sont, les uns afférents, les autres efférents.

En effet, les vaisseaux lymphatiques qui se rendent à un

jusque dans les branches intestinales et lombaires du système lymphatique. Chez les grands Ruminants, le Porc, la Chèvre, etc., ces valvules ferment mieux, et l'on ne voit que rarement du sang dans le canal thoracique (*a*).

(1) Les anciens anatomistes connaissaient l'existence de ces corps, mais ils les confondaient avec les organes sécréteurs ordinaires, sous le nom commun de *glandes*. Sylvius les en distingua par l'épithète de *conglobées*, tandis qu'il appelait *glandes conglomérées* la plupart des glandes parfaites (*b*). Enfin Sœmmering ayant fait remarquer une certaine ressemblance entre ces organes et les ganglions nerveux, Chaussier leur donna le nom de *ganglions lymphatiques* (*c*), expression qui est assez généralement adoptée aujourd'hui, et que je préfère à celle de *glandes lymphatiques*, parce qu'elle ne préjuge rien quant aux fonctions encore très problématiques de ces organes.

(2) Chez quelques Mammifères, la Souris par exemple, on a découvert des fibres musculaires lisses (ou fibres-cellules) dans cette tunique. Les observations de M. Brücke s'accordent sur ce point avec celles de M. Heyfelder (*d*).

Malpighi et quelques autres anatomistes avaient pensé qu'il existe des fibres charnues dans la tunique de ces ganglions chez l'Homme ; mais cette opinion, réfutée par Haller (*e*), est en désaccord avec les résultats des recherches histologiques plus modernes (*f*).

(*a*) Colin, *Physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 92.
(*b*) Voyez Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 181.
(*c*) Chaussier, *Table synoptique des vaisseaux lymphatiques*.
(*d*) Heyfelder, *Ueber den Bau der Lymphdrüsen* (*Nova Acta Acad. Nat. curios.*, t. XXIII, 2e partie, p. 545).
— Brücke, *Ueber die Chylusgefässe* (*Sitzungsbericht der Wiener Akad.*, 1853, t. X, p. 130).
(*e*) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 182.
(*f*) Beck, *Ueber die Natur des Colloid-Cystoids und den Bau der Lymphdrüsen* (*Illustr. med. Zeitung*, 1856, t. III, p. 242).

ganglion se divisent en plusieurs branches avant de s'y enfoncer, et c'est aussi sous la forme d'un pinceau que les vaisseaux efférents s'en séparent du côté opposé. Des artères pénètrent également dans ces organes; des veines en sortent, et l'on voit aussi des nerfs s'y rendre (1).

Les anatomistes ont été depuis fort longtemps et sont encore aujourd'hui partagés d'opinion au sujet de la structure intime de ces ganglions. Quand on injecte ces corps par l'intermédiaire de leur tronc afférent ou en poussant directement le liquide dans leur substance, il est facile de voir que les lymphatiques qui y plongent s'y ramifient beaucoup, s'y pelotonnent pour ainsi dire, et y constituent un plexus dont le côté opposé donne naissance aux racines d'un système de vaisseaux efférents de même nature. Si l'on fait sécher une préparation obtenue de la sorte en remplissant le ganglion avec du mercure, et si l'on ouvre ensuite pour en faire écouler le métal, on n'aperçoit guère dans la substance de l'organe que des tubes rameux et contournés sur eux-mêmes. On est donc naturellement porté à supposer que le ganglion ne consiste qu'en un paquet de capillaires lymphatiques disposés à peu près comme ces plexus bipolaires dont nous avons vu plusieurs exemples en étudiant le système vasculaire sanguin, plexus dans lequel un tronc lymphatique se diviserait en un faisceau de branches capillaires, lesquelles se réuniraient ensuite peu à peu pour constituer les racines d'un système de vaisseaux efférents. Telle est effectivement l'idée que s'en forment beaucoup d'anatomistes, et

Structure des ganglions

(1) Tous les ganglions lymphatiques un peu volumineux reçoivent plusieurs petits filets nerveux qui accompagnent les artères de ces organes. M. Schaffner croit y avoir aperçu aussi des petits ganglions nerveux (*a*); mais M. Kölliker n'a pu trouver aucune trace de ces centres médullaires, et croit qu'ils n'existent pas (*b*).

(*a*) Schaffner, *Vermischte Beobachtungen* (*Zeitschr. für rationnelle Medicin*, t. VII, p. 177).
(*b*) Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 634.

quelques-uns des petits corps arrondis auxquels on donne le nom de *ganglions lymphatiques* paraissent en effet n'offrir dans leur structure rien de plus. Mais il n'en est pas de même pour la plupart de ces organes. Ils sont généralement d'une nature plus complexe, et, si on les étudie au microscope, à l'état frais ou après avoir fait coaguler les liquides albumineux dont ils sont remplis, on voit que dans toute leur partie périphérique ils sont formés essentiellement d'un tissu aréolaire, tandis que vers le centre ils sont composés de vaisseaux tubulaires bien caractérisés. Les cavités de cette substance corticale sont plus grandes près de la surface du ganglion que plus profondément: elles ne paraissent être qu'incomplétement séparées entre elles par des lames ou des trabécules de tissu conjonctif fibrillaire, et elles sont occupées par une matière pulpeuse qui est très chargée de corpuscules arrondis, et constitue de petits amas en forme de grains (1). Des capillaires sanguins serpentent dans les cloisons qui divisent cette portion des ganglions en une masse caverneuse, et les aréoles dont je viens de parler sont encore subdivisées par une sorte de réseau de filaments et de petits vaisseaux lymphatiques; enfin le liquide qui occupe les vides de ce tissu spongieux ne diffère pas de celui contenu dans les vaisseaux lymphatiques adjacents. Les uns considèrent cette substance corticale comme identique avec le reste du système lymphatique, et comme n'offrant l'apparence cellulaire ou caverneuse que je viens de décrire qu'à raison de la déformation des vaisseaux qui seraient pelotonnés sur eux-mêmes dans tous les sens et s'anastomoseraient souvent entre eux (2). Suivant les autres,

(1) C'est cette substance que les anciens anatomistes appelaient le *suc propre* des glandes lymphatiques (*a*).

(2) Parmi les anatomistes qui ont considéré les ganglions comme étant formés seulement de vaisseaux lymphatiques très divisés et pelotonnés sur eux-mêmes, je citerai Albinus,

(*a*) Voyez Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 184.

un tissu essentiellement différent où les rameaux affé-
; vaisseaux lymphatiques viendraient se terminer et
ur contenu, tandis que d'autres vaisseaux naîtraient
êmes cavités pour constituer les conduits efférents de
(1) ; mais la vérité me semble être entre ces deux
extrêmes. En effet, si, au lieu de n'étudier la structure
ion que chez l'adulte, on en suit le développement
ıbryon, on voit qu'il se compose essentiellement de
ui, d'abord simples et droits, se divisent, se contour-

ır, pour ce dernier, les dont il admettait l'exis- nt encore des paquets de lymphatiques), Hewson, t Lauth (*a*). nière de voir est soutenue une conviction ferme, par ınatomistes les plus habiles culté de médecine, M. Sap- ès lequel l'apparence cellu- e voit dans la substance des ıe serait due qu'à des di- ıariciformes des vaisseaux ou à d'autres altérations pathologiques (*b*).

(1) Malpighi considérait ces ganglions comme ayant une structure celluleuse, et Cruikshank (*c*) soutenait une opinion analogue ; mais ce sont surtout les recherches récentes de MM. Purkinje, Goodsir, Mandl, Noll, Heyfelder, Brücke, Donders et Kölliker, qui me paraissent avoir bien établi l'existence d'une structure aréolaire dans la portion corticale de ces organes (*d*).

laller, *Op. cit.*, t. I, p. 183.
ı, *Op. cit.* (*Works*, p. 248 et suiv.).
ni, *Lymphaticorum vasorum histor. et iconogr.*, p. 30, pl. 1, fig. 6.
voyez Breschet, *Op. cit.*, p. 101.
, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 629 et suiv.
i, *De structura glandularum conglobularum epistola* (*Opera posthuma*, p. 139 et

ınk, *Op. cit.*, p. 178.
je, *Naturforscher in Prag*, 1838, p. 175.
lsir, *Structure of the Lymphatic Glands* (*Anatomical and Pathological Observations*, : and H. Goodsir. Edinburgh, 1845, p. 44).
Anatomie microscopique, 1845, t. I, p. 231.
'eber den Lymphstrom in den Lymphgefässen und die wesentlichsten anatomischen : der Lymphdrüsen (*Zeitschrift für rationnelle Medicin*, 1850, t. IX, p. 80 et suiv.).
ler, *Ueber den Bau der Lymphdrüsen* (*Nova Acta Acad. Nat. curios.*, t. XXIII, pars II,

cke, *Ueber die Chylusgefässe und die Fortbewegung der Chylus* (*Sitzungsbericht der Vissenschaften zu Wien*, 1853, t. X, p. 430). — *Ueber die Chylusgefässe und die es Chylus* (*Denkschriften der Wiener Akad. der Wissenschaften*, 1854, t. VI, p. 128

rs, *Over den bouw der weivaatsklieren en de beweging der Lympha* (*Nederlandsch* ·3, 3ᵉ série, t. II, p. 553), et *Physiologie des Menschen*, 1856, t. II, p. 318 et

r, *Mikroskopische Anatomie*, 1852, t. II, p. 528 et suiv. — *Éléments d'histologie*, 8.

nent, et se déforment de manière à constituer le tissu caverneux en question ; mais, d'un autre côté, si l'on observe au microscope le système de cavités irrégulières ainsi formées, on les portions voit qu'elles n'ont pas les mêmes caractères anatomiques que tubulaires du système dont elles dépendent, et doivent nécessairement en être distinguées.

Lauth a reconnu que chez l'embryon les ganglions lymphatiques ne consistent d'abord qu'en un simple plexus vasculaire (1), et les recherches plus récentes et plus approfondies de M. Engel nous apprennent que ces organes naissent chacun d'un vaisseau lymphatique ordinaire qui, sur un ou plusieurs points de son trajet, se dédouble de façon à former des branches collatérales, lesquelles se contournent et se pelotonnent sur elles-mêmes de manière à constituer de petits amas revêtus

(1) Les observations de Lauth (*a*) ont été confirmées par celles de Breschet. Ce dernier anatomiste n'a pu apercevoir aucune trace des ganglions lymphatiques de l'aisselle et de l'aine chez le fœtus humain, vers le sixième mois (*b*), et il ajoute que, lorsque ces organes paraissent, ils se montrent sous la forme de simples plexus où la continuité des vaisseaux lymphatiques ne peut être contestée (*c*). Ce fait est d'accord avec les résultats beaucoup plus complets obtenus par les recherches de M. Engel, à qui nous devons presque tout ce qui est connu sur ce point important de l'organogénie. Ce physiologiste a étudié avec beaucoup de soin le mode de développement des ganglions lymphatiques chez les jeunes embryons de Mouton, et il a vu que ces organes naissent de vaisseaux primitivement simples, qui d'ordinaire se dédoublent dans une certaine longueur. On aperçoit ensuite, sur un point des parois de la branche dont la transformation va s'opérer, un petit amas de granules, puis un renflement latéral qui tantôt conserve cette position, tantôt entoure complétement le vaisseau, et d'autres fois se loge dans l'angle rentrant d'une bifurcation de celui-ci. Une membrane capsulaire se constitue autour de l'espèce d'ampoule ainsi formée, et dans l'intérieur de celle-ci le vaisseau se dédouble de nouveau, une ou plusieurs fois, s'allonge beaucoup, de façon à devenir très flexueux ou contourné sur lui-même, et donne parfois naissance à des prolongements terminés en cul-de-sac. Souvent un ou deux des petits vais-

(*a*) E. Lauth, *Essai sur les vaisseaux lymphatiques* (dissert. inaug.). Strasbourg, 1824, p. 2[illegible].
(*b*) Breschet, *Le système lymphatique considéré sous les rapports anatomique, physiologique et pathologique*, 1836, p. 175.
(*c*) *Op. cit.*, p. 185.

extérieurement d'une couche membraniforme ; ces glomérules se réunissent en groupes entremêlés de branches lymphatiques qui n'ont pas subi de transformations analogues, et le tout s'enkyste, pour ainsi dire, en condensant en forme de membrane la portion périphérique du tissu conjonctif au milieu de laquelle ce travail organogénique s'est effectué. Mais les canaux tortueux qui se constituent de la sorte ne paraissent pas éprouver dans leur développement les mêmes transformations que les parties voisines du vaisseau, et acquièrent des caractères histologiques différents. Dans le principe, les unes et les autres se composaient d'une substance plastique ou blastème, partout identique; mais là où le canal primordial conserve la forme d'un vaisseau ordinaire, ses parois se revêtent d'une couche d'épithélium, et deviennent parfaitement distinctes du tissu conjonctif qui, aux dépens de la même gangue organogène, se constitue tout autour.

seaux ainsi constitués traversent directement de part en part l'ampoule, tandis que d'autres s'enroulent dans son intérieur ; ces ampoules se multiplient sur divers points de la longueur d'un même vaisseau ou sur des points voisins de différentes branches collatérales provenant des dédoublements successifs d'un même tronc, et il en résulte ainsi une agrégation d'ampoules, qui renferment chacune dans leur intérieur un faisceau de vaisseaux dont les uns sont presque droits et les autres plus ou moins contournés ; enfin ces vaisseaux eux-mêmes, au lieu de rester cylindriques, deviennent irréguliers, se renflent d'espace en espace ou s'étranglent çà et là. Dans cet état, le ganglion lymphatique se compose donc essentiellement d'une agrégation de petits plexus bipolaires revêtus chacun d'une capsule membraneuse et constituant un nombre considérable de lobules (a). Les observations de M. Engel ne vont pas plus loin ; mais il me paraît probable que, dans la plupart des cas, le travail organogénique ne s'arrête pas là, et que, sur beaucoup de points, les petits canaux tortueux ainsi constitués s'anastomosent entre eux et se transforment en un tissu caverneux, tandis que les grosses branches du même système se perfectionnent et acquièrent dans leur intérieur une tunique épithélique dont toutes les parties de ce système vasculaire sont primitivement dépourvues. De là les différences qui s'observent généralement chez l'adulte entre la portion vasculaire et la portion caverneuse ou corticale des ganglions.

(a) Engel, *Bau und Entwickelung der Lymphdrüsen* (*Prager Vierteljahrsschrift für praktische Heilkunde*, 1850, t. XXVI, p. 111, fig. 1 à 24).

tour, tandis que dans les portions labyrinthiformes du même conduit la substance plastique circonvoisine ne donne pas naissance à du tissu épithélique, et semble conserver son caractère primordial ou ne se transformer qu'en tissu conjonctif fibrillaire, à la surface duquel se développeraient des corpuscules lymphatiques libres.

On ne donnerait donc qu'une idée très incomplète de la structure des ganglions lymphatiques, si l'on persistait à ne les décrire que comme des plexus de vaisseaux pelotonnés en paquets arrondis; et il me paraît utile de distinguer dans ces corps, comme l'a fait un des histologistes les plus habiles de l'époque actuelle, M. le professeur Brücke (de Vienne), deux substances constitutives, l'une corticale et aréolaire, l'autre centrale ou médullaire, et offrant une structure essentiellement vasculaire (1).

(1) M. J. Goodsir, dont la manière de voir au sujet de la structure intime des ganglions lymphatiques ne s'éloigne pas beaucoup de celle adoptée aujourd'hui par un grand nombre d'histologistes, considère la capsule de ces organes comme étant formée par une portion élargie de la tunique externe des vaisseaux tant efférents qu'afférents, sur le trajet desquels ceux-ci se trouvent. Les vaisseaux afférents, en plongeant dans le ganglion pour s'y ramifier et s'y anastomoser de façon à donner naissance à un réseau irrégulier, seraient donc réduits à leur tunique interne, laquelle se modifierait aussi de manière à devenir plus épaisse et plus opaque ; enfin on y distinguerait deux couches : une, externe, transparente et très mince, qui offrirait d'espace en espace des renflements ovoïdes renfermant une ou plusieurs vésicules, et qui pourrait être comparée à la membrane basilaire des membranes sécrétantes ; l'autre, interne, granulaire, épaisse et composée de corpuscules nucléolés, analogues aux utricules élémentaires qui recouvrent la surface de diverses cavités glandulaires. Cette couche épithélique ne laisserait qu'au centre de chaque vaisseau un canal étroit pour le passage de la lymphe (a).

M. Noll, dirigé par le professeur Ludwig, a fait de nouvelles recherches sur la structure de ces ganglions, et il est arrivé à des résultats qui, sauf les détails, s'accorderaient assez bien avec les précédents. Il pense que les vaisseaux efférents débouchent dans des

(a) Goodsir, *Structure of the Lymphatic Glands* (*Anatomical and Pathological Observations*, 1845, p. 44).

ıe partie des branches formées par les lymphatiques affé- ; traverse directement les ganglions sans s'y ramifier ou ɔrment qu'à la surface de ces organes un réseau lâche; les autres s'y résolvent en ramuscules d'une grande té (1), qui pénètrent entre les cloisons intervasculaires couche corticale, et paraissent s'ouvrir dans les lacunes ɛette substance spongieuse (2). Le tissu médullaire ne

s occupées par la substance gra- ɪe, et que la lymphe traverse matière pour s'écouler ensuite vaisseau efférent né de l'extré- pposée de cette cavité (*a*).

Brücke fut le premier à établir ıent la distinction entre la sub- corticale et la substance médul- les ganglions lymphatiques qui admise par M. Kölliker, et il ère la première de ces couches e étant formée de corpuscules lis dont la structure aurait beau- l'analogie avec celle des glandes ʼer, que je ferai connaître dans ıtre partie de ce cours (*b*).

Kölliker adopta cette manière de ɛt ajouta beaucoup de faits nou- relatifs à certaines dispositions tructure aréolaire dont se com- ı couche corticale (*c*).

n les recherches de M. Donders ɪnduit à des résultats analo- *d*), et les observations plus ré- de M. Vierordt s'accordent par- ɛnt avec celles de M. Kölliker (*e*).

(1) M. Kölliker estime la largeur de ces branches lymphatiques de $0^{mm},02$ à $0^{mm},018$ (*f*).

(2) M. Kölliker pense que les vaisseaux afférents débouchent en général dans les lacunes les plus profondément situées dans la couche corticale; cavités qui sont plus petites que celles situées vers la surface des ganglions. D'après cet histologiste, les aréoles en question seraient subdivisées chacune par un réseau très fin en un grand nombre de cavités fort petites, qui ne seraient aussi séparées entre elles que d'une manière très incomplète, et consisteraient également dans des lacunes du tissu conjonctif (*g*). Mais il me paraît probable que ces petites lacunes sont, en réalité, les lumières des conduits tortueux des capillaires pelotonnés que M. Engel a observés dans les ganglions naissants, conduits qui n'auront pas acquis des parois propres et sont devenus extrêmement irréguliers.

ɔll, *Op. cit.* (*Zeitschr. für rationnelle Medicin*, 1850, t. IX, p. 80 et suiv.).
ücke, *Ueber die Chylusgefässe und die Fortbewegung des Chylus* (*Sitzungsbericht der Akademie*, 1853, t. X, p. 429), et *Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus* *e l'Acad. de Vienne*, 1854, t. VI, p. 128 et suiv.).
lliker, *Ueber den feineren Bau und die Functionen der Lymphdrüsen* (*Verhandlungen icalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg*, 1854, t. IV, p. 107).
ɪnders, *Op. cit.* (*Nederlandsch Lancet*, 1853, 2ᵉ série, t. II, p. 553). — *Physiologie des n*, 1856, t. II, p. 319.
ɛhow, *Die Cellularpathologie*, 1858, p. 156 et suiv., fig. 61.
illiker, *Traité d'histologie*, p. 632.
m, *ibid.*, fig. 295.

présente en général aucune trace de la structure caverneuse, qui est si remarquable dans la couche superficielle, et il se compose essentiellement d'un plexus lymphatique serré qui donne naissance aux vaisseaux efférents du ganglion, et qui est entremêlé de vaisseaux sanguins ainsi que d'une sorte de stroma composé de tissu conjonctif serré (1).

En résumé, nous voyons donc que l'on doit se représenter le ganglion lymphatique comme formé essentiellement par une agglomération d'organites arrondis qui sont logés dans une trame ou réseau de tissu conjonctif et de vaisseaux sanguins, et qui se composent chacun d'un petit système de cavités irrégulières dans lesquelles un vaisseau lymphatique afférent vient se perdre en se ramifiant et en changeant de structure, et dans lesquelles aussi paraissent naître les vaisseaux efférents. Ces espaces sont limités par la substance hyaline et amorphe qui forme la couche sous-épithélique dans le vaisseau afférent, et qui, au lieu d'être revêtu d'une couche de tissu utriculaire adhérent en forme d'épithélium, donne naissance à une multitude de corpuscules libres. Enfin, ces corpuscules sont semblables aux globules plasmiques de la lymphe, et constituent une sorte de magma granuleux à travers lequel ce liquide filtre, pour ainsi dire, en allant du vaisseau afférent au vaisseau efférent du ganglion.

Le mode d'organisation que je viens de décrire dans les ganglions placés sur le trajet des troncs lymphatiques paraît exister aussi dans un nombre considérable de petits corps spongieux qui se trouvent dans l'épaisseur des parois de l'intestin, et qui sont connus sous le nom de *glandes de Peyer*. Dans une autre occasion, j'aurai à revenir sur l'histoire de ces organes, et je me bornerai à ajouter ici que M. Brücke.

(1) Ce stroma ne renferme pas de fibres élastiques, mais contient souvent des amas plus ou moins considérables de cellules adipeuses.

qui a fait de leur structure une étude attentive, les considère comme étant des ganglions lymphatiques diffus; mais il n'a pu démontrer d'une manière satisfaisante les relations anatomiques de ces corps avec un système de lymphatiques efférents, et son opinion, quoique réunissant en sa faveur beaucoup de probabilités, n'est pas généralement adoptée par les anatomistes (1).

Il est aussi à noter que les ganglions lymphatiques sont plus développés dans l'enfance qu'à l'âge adulte, et que dans la vieillesse ils diminuent de volume (2). On a cru remarquer

(1) M. Brücke se fonde principalement sur ce qu'en injectant les petits canaux lymphatiques de la muqueuse intestinale, il a vu l'injection se répandre dans l'intérieur des glandes de Peyer, sans qu'il y eût aucune apparence de rupture des vaisseaux, et sur la ressemblance qu'il a constatée entre la structure intime de ces organes et celle des ganglions mésentériques. Il a trouvé, dans la substance de ces glandules, des globules semblables à ceux qui sont logés dans les aréoles de la substance corticale des ganglions lymphatiques, et qui, à leur tour, paraissent être identiques avec les globules plasmiques de la lymphe. Enfin, il a vu partir de la base de chacune de ces mêmes glandules un cylindre blanchâtre qui lui a paru être de même nature que les faisceaux de lymphatiques qui naissent des villosités voisines, et qui vont concourir à la formation du système chylifère (*a*).

(2) Plusieurs anatomistes ont cru que les ganglions lymphatiques s'atrophiaient avec l'âge et disparaissaient dans la vieillesse. Mais cette opinion est fort exagérée, et Cruikshank a reconnu que, chez les vieillards, ces organes existent toujours, quoique fort réduits en volume (*b*).

M. Gulliver a trouvé que le développement relatif des ganglions est plus considérable dans l'enfance qu'à l'âge adulte, non-seulement dans l'espèce humaine, mais même chez les Oiseaux (*c*).

M. Cruveilhier a remarqué que c'est chez les enfants au-dessous de cinq ou six ans que le système lymphatique se laisse injecter le plus facilement, et que, chez les vieillards, cette opération réussit en général moins bien que chez les sujets jeunes ou de moyen âge (*d*).

Hewson pense que chez la Femme les ganglions lymphatiques sont en

(*a*) E. Brücke, *Ueber den Bau und die physiologische Bedeutung der Peyerischen Drüsen* (*Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften*, 1851, t. II, p. 21, pl. 8, fig. 1-5).
(*b*) Voyez Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 191.
— Cruikshank, *Anatomie des vaisseaux absorbants*, p. 155.
(*c*) Gulliver, *Notes to Hewson's Works*, p. 246.
(*d*) Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, t. III, p. 140.

également un certain rapport entre la grandeur relative de ces organes et l'activité du travail nutritif général dans l'organisme.

Relations des lymphatiques avec les vaisseaux sanguins dans les ganglions.

§ 4. — Lorsqu'on pousse des liquides dans les lymphatiques afférents d'un ganglion, on voit souvent l'injection passer dans les veines avec une très grande facilité, et plusieurs anatomistes ont pensé que d'ordinaire un certain nombre de ces vaisseaux blancs y débouchent dans le système sanguin (1); mais l'existence de ces communications directes est très douteuse, et, sauf les cas dans lesquels les fluides transsudent des artères ou des veines dans les lymphatiques, le passage des unes dans les autres paraît dépendre de la rupture de leurs parois, dont la délicatesse est extrême. Les altérations pathologiques ou cadavériques peuvent contribuer aussi à en imposer aux anatomistes sur la signification des résultats obtenus par

général moins volumineux que chez l'Homme, et qu'ils sont moins développés avant l'âge de la puberté qu'à cette période de la vie (*a*).

M. Boyd, ayant déterminé le poids relatif de certains ganglions lymphatiques et de la totalité de l'organisme chez une vingtaine d'individus de divers âges, a trouvé que chez des femmes âgées de cinquante ans ou davantage, et dont le corps était arrivé à un état de grande émaciation par suite de maladies chroniques, ces organes étaient plus réduits que chez une femme de quatre-vingt-dix ans, dont le corps était dans un meilleur état physiologique (*b*).

(1) Cette opinion a été soutenue par Meckel l'ancien, Caldani, Werner et Feller, Bleuland, Béclard, Fohmann, Lauth, M. Panizza et plusieurs autres anatomistes (*c*).

(*a*) Hewson, *Description of the Lymphatic System* (*Works*, p. 246).

(*b*) Voyez Gulliver, *Notes to Hewson's Works*, p. 246.

(*c*) J. F. Meckel, *Nova experimenta et observat. de finibus venarum ac vas. lymph.*, p. 7.
— Caldani, *Memoria sopra alcune particularita spettanti ai vasi chiliferi ed alle vene del mesenterio* (*Institut. physiol.*, p. 39).
— Werner et Feller, *Vasorum lacteorum atque lymphaticorum anatomico-physiologica descriptio*, 1784, p. 30.
— Bleuland, *Experimentum anatomicum quo arteriolarum lymphaticarum existentia probabiliter adstruitur*. Leyde, 1784.
— Béclard, *Anatomie générale*, p. 415.
— Lauth, *Essai sur les vaisseaux lymphatiques* (dissert. inaug.). Strasbourg, 1824, p. [illegible].
— Fohmann, *Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen*, 1824. — *Mém. sur les communications des vaisseaux lymphatiques avec les veines*, 18[illegible].
Schrœder van der Kolk : voyez Luhtmann, *Dissertatio de absorptionis sanae atque morbosae discrimine*. Utrecht, 1829.
— Panizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, 1830, p. 39 et suiv.

les injections ; et c'est de la sorte que l'on peut s'expliquer les dispositions anormales dont quelques auteurs ont argué pour établir que, chez l'Homme et les autres Mammifères, le système lymphatique communique directement avec les veines dans l'intérieur des ganglions aussi bien que par les troncs centraux voisins du cœur (1).

(1) La question de la communication directe des lymphatiques et des veines dans l'intérieur des ganglions ne peut être considérée comme tranchée par la négative ; mais la plupart des faits dont on a argué pour soutenir l'existence de ces anastomoses sont loin d'avoir la valeur qu'au premier abord on serait porté à leur attribuer, et aujourd'hui la plupart des anatomistes pensent que ces deux ordres de vaisseaux ne s'abouchent pas dans l'intérieur de ces organes (*a*).

Fohmann, qui soutenait avec une grande conviction l'existence de communications vasculaires, se fondait principalement sur trois ordres de considérations tirées :

1° De la facilité extrême avec laquelle les injections que l'on pousse dans les lymphatiques afférents d'un ganglion passent souvent, non-seulement dans les lymphatiques efférents de cet organe, mais aussi dans les veines qui en sortent ;

2° De la disposition particulière de certains ganglions lymphatiques qui lui paraissaient être dépourvus de vaisseaux blancs efférents ;

3° De la présence d'un liquide offrant l'aspect du chyle dans certaines parties du système veineux abdominal, où ce produit ne semblait avoir pu arriver que par la voie d'anastomoses directes des lymphatiques mésentériques avec ces vaisseaux (*b*).

Examinons successivement ces trois ordres de faits.

Le passage facile des injections des lymphatiques dans les veines des ganglions a été remarqué par Meckel, le grand-père de l'auteur du *Traité d'anatomie comparée*, que je cite souvent dans ces Leçons (*c*), et n'a échappé à l'attention d'aucune des personnes qui, de nos jours, ont étudié par les mêmes procédés cette partie du système vasculaire chez l'Homme. Ainsi que je l'ai déjà dit, quelques observateurs très habiles dans l'art des dissections attribuent ce passage à des anastomoses directes (*d*) ;

(*a*) Hewson, *Descript. of the Lymphatic System* (*Works*, p. 178).
— Mascagni, *Vasorum lymphaticorum histor. et iconogr.*, p. 32.
— Antommarchi, *Mém. sur la non-existence de communication normale des vaisseaux lymphatiques et des veines*, 1829.
— Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, 1843, t. III, p. 132.

(*b*) Fohmann, *Anatomische Untersuchungen über die Verbindung der Saugadern mit den Venen*, Heidelb., 1821 (trad. dans le *Bulletin de la Soc. méd. d'émulation*, 1822, p. 13). — *Mémoires sur les communications des vaisseaux lymphatiques avec les veines*, etc. Liége, 1832.

(*c*) Meckel, *Nova experimenta et observationes de finibus venarum ac vasorum lymphaticorum*. Berlin, 1772.

(*d*) P. Béclard, *Éléments d'anatomie générale*, 1823, p. 417.

Communication des vaisseaux lymphatiques avec les veines.

Une autre question du même ordre a beaucoup occupé l'attention des physiologistes il y a quelques années ; savoir : les vaisseaux lymphatiques de l'Homme viennent-ils tous aboutir aux canaux thoraciques (en comprenant sous cette désignation la grande veine lymphatique du côté droit du cou), ou bien y a-t-il des branches de ce système qui débouchent directement dans les veines des membres ou des autres parties du corps ?

Nous avons vu dans la dernière Leçon que chez les Vertébrés à sang froid, et même chez les Oiseaux, il en est ainsi, et que, dans la région pelvienne, par exemple, il existe

mais il est à noter que ce résultat ne s'obtient d'ordinaire que sur les cadavres dont les ganglions sont ramollis, et semblent avoir subi dans leur texture des altérations plus ou moins profondes : aussi la plupart des anatomistes considèrent-ils ce passage comme étant dû à des ruptures dans les parois vasculaires (a). Une circonstance qui vient à l'appui de cette manière de voir a été signalée dernièrement par M. Sappey : c'est que, sous l'influence de l'altération putride, les lymphatiques ne se laissent que difficilement pénétrer par le mercure, et que, sur le cadavre, les artérioles sont d'ordinaire vides et resserrées, tandis que les veinules sont distendues par du sang ; de sorte que si le mercure s'épanche dans l'intérieur des ganglions en déchirant les vaisseaux autour du point lésé, on comprend que ce liquide puisse s'écouler plus facilement par les veines que par toute autre voie. Il est aussi à noter que l'injection simultanée des vaisseaux efférents lymphatiques et sanguins s'obtient, en général, très facilement, quand on introduit le mercure par une piqûre faite dans la substance des ganglions (b).

Fohmann cite aussi comme exemple d'anastomoses encore plus larges, entre les lymphatiques et les vaisseaux des ganglions, le mode d'organisation décrit par Abernethy chez la Baleine. En effet, d'après ce dernier anatomiste, les ganglions mésentériques de ce Cétacé gigantesque seraient de grandes poches arrondies, dont la grosseur égalerait parfois celle d'une orange, et dont l'intérieur serait occupé par une cavité contenant un plexus de lymphatiques ; quelques-uns de ces vaisseaux continueraient leur route et sortiraient du ganglion sans s'être ouverts, mais d'autres déboucheraient librement dans ce réservoir ; les artères mésentériques s'ouvriraient dans la même cavité, et celle-ci communiquerait non moins directement avec les veines : ce seraient donc des poches sanguines qui seraient traversées par un plexus lym-

(a) Voyez ci-dessus, page 527, note c.
(b) Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*, 1852, t. I, p. 624.

des anastomoses de ce genre ; mais, chez l'Homme et chez les autres Mammifères, la centralisation de ces voies de communication est portée plus loin, et si, dans un petit nombre de cas, on a vu quelques branches du système lymphatique se terminer dans les veines de l'abdomen ou des membres, cette disposition était une anomalie, et, dans l'état ordinaire de l'organisme, rien de semblable n'a lieu (1).

phatique dont diverses branches déboucheraient dans leur intérieur. Abernethy assure que les orifices terminaux des lymphatiques dans ces cavités sont faciles à voir, et qu'il a pu y introduire des soies ; mais la lecture de son mémoire m'a inspiré beaucoup de doutes sur l'exactitude des conclusions qu'il tire des résultats de ses injections, et, d'après la facilité avec laquelle il a fait passer la substance employée à cet usage des artères mésentériques dans la cavité centrale des ganglions, il me paraît extrêmement probable que le tissu de ceux-ci était altéré par la putréfaction, et qu'il s'est produit des épanchements dans leur intérieur (a). Cette explication a été donnée depuis fort longtemps par M. Knox (b), et elle est parfaitement d'accord avec les résultats obtenus plus récemment par M. J. Reid, dans ses recherches sur les ganglions mésentériques du *Balænoptera rostrata* (c).

Fohmann pensait que le ganglion d'Aselli était dépourvu de lymphatiques efférents chez le Phoque ; mais nous avons déjà eu l'occasion de voir que le contraire a été établi par les observations plus exactes de Rosenthal et de M. Knox (d).

Fohmann considérait aussi quelques-uns des ganglions axillaires du Chien comme étant dépourvus de lymphatiques efférents ; mais je doute beaucoup de ce fait, et l'on comprend que ces vaisseaux, s'ils n'ont pas été remplis par l'injection, aient pu échapper très facilement aux regards (e).

Quant aux arguments tirés de la présence d'un liquide lactescent dans quelques parties du système de la veine porte chez des Animaux sur lesquels on avait lié le canal thoracique, on ne peut y attacher de l'importance ; car, ainsi que nous le verrons ailleurs, on sait aujourd'hui que les matières grasses peuvent être absorbées directement par les veines aussi bien que par les chylifères.

(1) Des cas dans lesquels des communications de ce genre existaient réellement, ou paraissaient exister,

(a) Abernethy, *Some Particulars in the Anatomy of a Whale* (*Philos. Trans.*, 1795, t. LXXXVI, p. 27).

(b) Knox, *Observ. on the Anat. of the Lacteal System in the Seal and the Cetacea* (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1824, t. XXII, p. 31).

(c) J. Reid, *Some Observations on the Structure of the Mesenteric Glands in the* Balænoptera rostrata (*Edinb. Med. and Surg. Journ.*, 1835, t. XLIII, p. 9).

(d) Voyez ci-dessus, page 500.

(e) Fohmann, *Mém. sur les communications des vaisseaux lymphatiques avec les veines*, p. 4.

Origine des lymphatiques.

§ 5. — Le mode d'origine des lymphatiques dans la substance des organes, et les connexions qui peuvent exister entre les racines de ce système et l'appareil circulatoire, sont plus difficiles à bien connaître. Guidés par des idées théoriques plutôt que par les résultats de l'observation directe, beaucoup d'auteurs ont pensé que les branches capillaires des artères

ont été signalés par un grand nombre d'anatomistes des XVIIe et XVIIIe siècles (*a*), ainsi que par quelques auteurs de l'époque actuelle (*b*); mais Haller, en rendant compte des observations faites à ce sujet par ses prédécesseurs, se prononça contre les déductions qu'on en avait tirées (*c*), et la plupart des anatomistes qui depuis lors ont fait une étude attentive et assidue des vaisseaux lymphatiques de l'Homme, assurent n'avoir jamais ou presque jamais pu découvrir la moindre trace d'anastomoses entre les branches de ce système et les troncs veineux ailleurs que dans les points où débouchent le canal thoracique et la grande veine lymphatique droite, c'est-à-dire vers la base du cou (*d*). J. Müller et Wutzer ont rencontré un sujet chez lequel une branche du canal thoracique s'ouvrait dans la veine azygos (*e*).

M. Hodgkin a vu un exemple de l'anastomose d'un tronc lymphatique des poumons avec la veine azygos, et il cite un cas dans lequel M. Bracy Clarke aurait trouvé une communication entre le réservoir de Pecquet et une des veines lombaires; mais l'ensemble de ses recherches à ce sujet l'a conduit à penser que ces dispositions étaient le résultat d'une structure anormale, et que, dans l'état ordinaire de l'organisme, rien de semblable ne se rencontre, si ce n'est peut-être dans les ganglions (*f*).

Lippi, il est vrai, a décrit et figuré un certain nombre de communications périphériques entre les troncs lymphatiques et diverses veines du bassin (*g*); mais lorsque cet auteur a été appelé à montrer ces anastomoses devant une commission académique à Paris, il a complétement échoué (*h*), et il y a tout lieu de croire que tantôt

(*a*) Voyez, à ce sujet, Haller, *De partium corporis humani fabrica*, t. I, p. 334 et suiv. — Breschet, *Op. cit.*, p. 111.

(*b*) Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, t. III, p. 133.

(*c*) Haller, *loc. cit.*

(*d*) Mascagni, *Op. cit.*, p. 25.
— Cruikshank, *Op. cit.*, p. 191 et suiv.
— Lacauchie, *Traité d'hydrotomie*, p. 80.
— Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 622.

(*e*) Wutzer, *Einmündung der Ductus thoracicus in die Vena azygos* (Müller's *Arch. für Anat. und Physiol.*, 1834, p. 311).

(*f*) Hodgkin, *Report on the Communication between the Arteries and Absorbants* (*Brit. Association*, 1836, t. V, p. 289).
— Au sujet de ces anomalies, voyez ci-dessus, page 504.

(*g*) Lippi, *Illustrazioni fisiologiche e patologiche del sistema linfatico-chilifero mediante la scoperta di un gran numero di communicazioni di esso col venoso*. Florence, 1825, fig.

(*h*) Voyez Breschet, *Op. cit.*, p. 113.

n'étaient pas toutes assez larges pour recevoir les globules du sang; que celles dont les dimensions étaient suffisantes pour laisser passer ces corpuscules étaient les seuls à constituer, par leur assemblage, les veines, et que les autres, trop fines pour admettre autre chose que le sérum, et désignées pour cette raison sous le nom de *vaisseaux séreux*, donnaient naissance, de la même manière, au système lymphatique (1). Pendant longtemps j'ai partagé cette opinion, et, jusque dans ces dernières années, je l'ai soutenue dans mes cours à la Faculté;

il s'en était laissé imposer par des déchirures ou par le simple accolement d'une branche lymphatique contre les parois d'une veine, et que d'autres fois il s'est mépris sur la nature des vaisseaux qu'il injectait. Il a cru aussi avoir découvert qu'une portion du système lymphatique abdominal, au lieu de se rendre au canal thoracique, allait déboucher dans les veines rénales ou dans des dépendances de la veine porte, et il désigna sous le nom de *vaisseaux chylo-poético-urinifères* des lymphatiques qu'il considérait comme s'ouvrant dans le bassinet des reins (*a*); mais tous ces résultats sont en désaccord avec ceux obtenus par la grande majorité des anatomistes (*b*).

(1) Bartholin, Nuck, Boerhaave, Vieussens, Ruysch, et la plupart des anatomistes du siècle dernier, pensaient que les artères se terminaient par des ramuscules capillaires de deux sortes : les uns, assez larges pour laisser passer le sang chargé de globules, et destinés à constituer les racines des veines ; les autres, beaucoup plus déliés, et ne pouvant livrer passage qu'au sérum. Ces derniers capillaires ont été désignés sous le nom de *vaisseaux séreux*, et ont été considérés comme constituant le réseau où le système lymphatique prend son origine (*c*).

Cette opinion a été adoptée également par quelques physiologistes de l'époque actuelle (*d*); et, dans ces derniers temps, M. Lambotte a cru pouvoir en démontrer l'exactitude par ses injections des membranes séreuses (*e*).

(*a*) Lippi, *Rech. sur le système lymphatico-chylifère et sur ses communications avec le système artériel et veineux*, trad. par Julien de Fontenelle, 1830, p. 15.

(*b*) Voyez Fohmann, *Mémoires sur les communications des vaisseaux lymphatiques avec les veines*, etc., 1832, p. 10.

— Rossi, *Cenni sulla communicazione dei vasi linfatici colle vene*. Parme, 1825.

— Antommarchi, *Mém. sur la non-existence de communication normale des vaisseaux lymphatiques et des veines*, 1829, p. 15.

(*c*) Voyez Senac, *Traité de la structure du cœur*, t. II, p. 60.

(*d*) Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*, t. II, p. 194 (édit. de 1825).

— Harless, *Unters. über den Blutumlauf* (*Rheinische Jahrbücher für Med. und Chir.*, 1823, t. VII).

— Dugès, *Traité de physiologie comparée*, t. II, p. 464.

(*e*) Lambotte, *De l'organisation des membranes séreuses* (*Bulletin de l'Académie de Bruxelles*, t. VII, p. 164).

mais, aujourd'hui, tout en continuant à penser qu'il puisse en être souvent ainsi, je ne saurais méconnaître que les faits les mieux constatés par les histologistes de notre époque tendent à prouver qu'il en est autrement, et que les vaisseaux lymphatiques tirent leur origine d'une portion du système lacunaire général, qui se trouve nettement séparée tant du système vasculaire sanguin que des aréoles du tissu conjonctif et des grandes cavités viscérales, et qui ne communique avec les unes et les autres qu'à raison de la perméabilité des tissus intermédiaires.

Mode de développement.

Ainsi, en étudiant le travail organogénique qui s'effectue dans la queue transparente du têtard de la Grenouille, M. Kölliker a vu les lymphatiques se constituer à l'aide de cavités éparses autour desquelles se produisent des prolongements ramifiés qui apparaissaient dans la substance des tissus et qui se mettaient en communication entre elles, de façon à former, par leur réunion, des canaux fort semblables aux racines des veines. Ces aréoles, et les canaux auxquels ils donnaient naissance, étaient limités par une couche membraniforme homogène, et, dans l'état normal, ils ne lui ont paru avoir aucune anastomose avec les vaisseaux sanguins adjacents, bien que, sous l'influence de quelques légers troubles dans la circulation du sang, ces communications se soient facilement établies (1).

(1) Les vacuoles étoilées que M. Kölliker appelle des *cellules* paraissent se développer dans l'épaisseur des prolongements filiformes qui naissent d'un vaisseau lymphatique adjacent et qui sont d'abord solides, mais qui, dans un certain point, se creusent d'une cavité, laquelle émet à son tour d'autres prolongements de même nature, de façon à devenir rameuse, et se met en communication avec le vaisseau générateur par l'excavation centrale du filament dont elle dépend. Le passage ainsi établi entre ce vaisseau et la cavité étoilée est d'abord un défilé très étroit, mais peu à peu il s'élargit, et des prolongements fournis par cette dernière cavité donnant naissance à d'autres vacuoles analogues, il résulte de l'assemblage de ces cavités et de leurs branches de communication un canal qui s'avance de plus en plus en se ramifiant, et qui présente sur ses bords des prolongements

Malheureusement ces observations intéressantes n'ont pas été poursuivies très loin, et des recherches analogues n'ont été faites ni sur les autres parties de l'organisme des Batraciens, ni chez les Animaux supérieurs, où le système lymphatique arrive à un plus haut degré de perfection. Dans l'état actuel de la science, nous sommes donc obligé de laisser de côté les considérations fondées sur l'histogénie, qui seraient nécessaires pour nous permettre de saisir les vrais rapports mutuels des divers systèmes cavitaires de l'organisme chez l'Homme et les autres Mammifères, ou d'appeler à notre aide l'analogie, et de former des hypothèses qui, ne reposant peut-être pas sur des bases suffisantes, ne seront que des vues de l'esprit. Mais, à défaut de lumières plus sûres, je ne crois pas devoir négliger les secours que les notions théoriques peuvent nous fournir, et, par conséquent, anticipant sur des études dont nous aurons à nous occuper dans une autre partie de ce cours, il me semble utile de dire ici quelques mots de l'idée que, d'après l'anatomie comparée, je me forme du travail physiologique à l'aide duquel les divers systèmes de vaisseaux et les autres cavités closes se constituent chez l'embryon des Animaux les plus parfaits.

La substance gélatineuse et plastique dont se compose primi-

pointus destinés à s'avancer au milieu des parties adjacentes et à devenir à leur tour des vaisseaux lymphatiques. Les branches émanées de vacuoles voisines ne se rencontrent et ne s'anastomosent que rarement, de façon que les vaisseaux ainsi constitués ne forment pas un lacis bien caractérisé, mais sont arborescents (a). On conçoit cependant que si ce travail excavateur se poursuivait davantage, il en résulterait un assemblage nombreux de cavités qui ne tarderaient pas à communiquer entre elles, et qui conserveraient la forme de cellules ou vacuoles irrégulières là où leur développement serait peu avancé, tandis que plus près de leur point d'origine, c'est-à-dire du canal principal, elles prendraient tous les caractères d'un vaisseau rameux.

(a) Kölliker, *Note sur le développement des tissus chez les Batraciens* (*Ann. des sciences nat.*, 1846, 3e série, t. VI, p. 99, pl. 5, fig. 5, 6 et 7).

tivement l'organisme de tous les Animaux, tend à se creuser de vacuoles qui sont plus ou moins confluentes (1). Chez quelques Zoophytes extrêmement simples, les cavités les plus grandes qui se constituent ainsi s'ouvrent au dehors, et, en se réunissant aux autres, forment un système de canaux irréguliers répandus dans toutes les parties de l'économie et offrant partout les mêmes caractères. Tel est l'appareil irrigatoire que, chez les Éponges, nous avons vu servir à la respiration (2), et que nous verrons bientôt être aussi le siége du travail digestif. Chez les Zoophytes plus élevés en organisation, tels que les Coralliaires, cet ensemble de canaux rameux à réservoir central ouvert se régularise davantage, et, dans la plus grande partie de sa longueur, il se tapisse d'une tunique propre. Puis, chez des Animaux plus perfectionnés, les cavités dont le corps de l'embryon se creuse cessent d'être toutes confluentes, et la spécialisation s'établit primordialement entre celles qui doivent constituer l'appareil digestif et celles qui sont destinées à intervenir dans le travail irrigatoire. Ce dernier système de lacunes interorganiques paraît être d'abord similaire dans toute son étendue, chez les Bryozoaires, par exemple; mais, dans les organismes plus élevés, une portion de cet assemblage de cavités confluentes se canalise et donne naissance à un système de vaisseaux proprement dits, tandis que le reste constitue, soit la chambre abdominale où se loge le système de la digestion, ainsi que d'autres parties, soit les méats ou espaces interorganiques qui se trouvent répandus entre les organes périphériques ou compris entre les fibres ou les lamelles constitutives de la plupart de ceux-ci. Ce mode d'organisation nous a été offert par les Insectes, les Crustacés et les Mollusques (3). Il se retrouve aussi chez quelques

(1) Je ne parlerai pas ici des vacuoles non confluentes qui donnent naissance aux utricules des tissus épithéliques.

(2) Voyez tome II, page 2.

(3) Voyez tome III, page 79 et suivantes.

Vers; mais nous avons vu que, chez les Annélides, un phénomène organogénique analogue à celui qui a déterminé la séparation primordiale des cavités digestives et irrigatoires chez les Molluscoïdes semble avoir produit un degré de plus dans la spécialisation des vacuoles dont la substance vivante se creuse, et avoir donné naissance à des vaisseaux qui ne communiquent pas avec le système lacunaire général et qui logent le sang rouge dont la plupart de ces Animaux sont pourvus (1).

Dans l'embranchement des Vertébrés, cette tendance à la division du travail se prononce davantage, et non-seulement les cavités dont l'organisme en voie de développement se creuse forment dès l'origine trois systèmes parfaitement distincts, savoir, un système digestif, un système circulatoire et un système lacunaire général; mais ce dernier s'individualise aussi dans ses différentes parties, et constitue, d'un côté les cavités viscérales dont les parois se tapissent de membranes isolantes, ou tuniques séreuses, et d'autre part les aréoles interorganiques ou cellules du tissu conjonctif dont il a été question dans l'avant-dernière Leçon (2). Enfin, par un travail organogénique analogue à celui qui a amené la formation de l'appareil circulatoire chez les Mollusques et les Annelés, ce système lacunaire profond tend à se diviser en deux parties de plus en plus distinctes entre elles, savoir, l'appareil lymphatique et le système aréolaire du tissu conjonctif.

Chez les Batraciens, cette séparation n'est qu'à peine ébauchée, et les lacunes constitutives du système lymphatique ne se régularisent que rarement de façon à représenter des tubes vasculaires; elles conservent pour la plupart la forme d'espaces irréguliers ou de lacunes, comme nous en avons trouvé dans

(1) Voyez tome III, page 239 et suivantes.

(2) Voyez ci-dessus, page 399.

l'épaisseur de la tunique externe des artères chez la Grenouille, et dans les parties périphériques du système elles ne paraissent avoir pour parois que la substance conjonctive d'alentour; mais dans les parties centrales de l'économie où les courants lymphatiques sont plus rapides, elles se revêtent d'une couche épithélique, et leurs parois se condensent en forme de membrane en même temps que leur trajet se régularise et que leur disposition devient de plus en plus tubulaire (1).

Or, pour se former une idée générale et juste du système lymphatique chez les Vertébrés supérieurs, dont l'étude nous occupe plus spécialement en ce moment, il faut, ce me semble, considérer cet appareil comme étant analogue à l'assemblage de cavités interstitielles qui, chez les Batraciens, a été de la sorte distrait du système lacunaire général ou système aréolaire du tissu conjonctif, mais perfectionné davantage, conformément aux tendances organogéniques dont je viens de parler, c'est-à-dire isolé et individualisé plus complétement. Les vacuoles étoilées que M. Kölliker a vues se creuser dans la substance de la queue du Têtard et se transformer ensuite en canaux lymphatiques, me paraissent être analogues aux vacuoles irrégulièrement confluentes, mais plus vastes, qui se produisent dans la substance conjonctive, et qui, en se développant d'une autre manière, forment les aréoles séreuses de ce tissu ; ces dernières lacunes circonscrivent extérieurement les lamelles et les filaments de cette matière gélatineuse que les médecins désignent d'ordinaire sous le nom de *tissu cellulaire*, tandis que les espaces lymphatiques occupent l'intérieur d'une partie de ces mêmes brides ou lamelles. Nous nous trouvons donc conduit à considérer les lymphatiques comme appartenant essentiellement à la substance conjonctive et comme affectant d'abord la forme de lacunes confluentes, puis celle de vaisseaux dont les parois se conso-

(1) Voyez ci-dessus, page 462.

lident de plus en plus et se revêtent intérieurement d'une couche de tissu utriculaire, analogue à celle de toutes les autres cavités d'une origine analogue, quand elles atteignent un certain degré de développement. La couche membraniforme et homogène qui porte cette tunique épithélique, et qui se montre à nu dans les dernières ramifications des vaisseaux de cet ordre, ne serait donc que la portion de substance conjonctive au milieu de laquelle s'est creusée la vacuole génératrice du canal, et l'analogie nous porterait à admettre *à priori* que, même chez les Animaux où la structure de ce nouveau système vasculaire se perfectionne le plus, on doit trouver des parties où la forme aréolaire persiste et où la substance fondamentale de l'appareil reste seule. Nous pouvons prévoir aussi que l'anatomie nous fournira des exemples de tous les degrés intermédiaires entre ce mode de constitution simplement caverneuse et la forme tubulaire que nous avons déjà rencontrée dans presque toute la portion du système lymphatique de l'Homme et des Mammifères. Enfin, d'après le mode centrifuge de croissance observé dans le développement de ces vaisseaux par l'habile micrographe dont je viens de citer les travaux, nous devons nous attendre aussi à rencontrer cette forme aréolaire dans les parties les plus jeunes du système lymphatique, c'est-à-dire dans les parties périphériques de cet appareil.

§ 6. — Ces parties extrêmes, que les anatomistes appellent d'ordinaire les *racines du système lymphatique*, sont difficiles à étudier et même à apercevoir ; mais tout ce que nous en savons est parfaitement d'accord avec les résultats auxquels l'analogie vient de nous conduire. Racines du système lymphatique.

Ainsi M. Brücke, en observant au microscope l'origine des vaisseaux lymphatiques dans la tunique muqueuse de l'intestin, quand ces conduits étaient remplis d'un chyle laiteux, a vu qu'ils naissaient au milieu de la substance amorphe et conjonctive de cette membrane, sous la forme de lacunes dont l'assem-

blage représente un réseau sans paroi membraneuse distincte : ces vacuoles se groupent ensuite autour des petites artères, de façon à leur constituer souvent une gaîne analogue à celle qui s'étend jusque sur les gros troncs chez les Batraciens (1) ; mais bientôt elles s'en séparent et se régularisent sous la forme de tubes membraneux qui affectent la disposition dendroïde dont j'ai parlé précédemment.

Un réseau composé d'aréoles irrégulières et confluentes, plutôt que d'un lacis de vaisseaux proprement dit, est aussi le point de départ des lymphatiques dans d'autres parties de l'organisme, et il me paraît probable que, dans la plupart des cas, les racines de ces vaisseaux ne sont autre chose que des lacunes de la substance conjonctive ; mais il est à présumer aussi que ces lacunes ne sont pas toujours anastomosées en manière de réseau et restent parfois isolées de la plupart des cavités adjacentes, de façon à constituer des canaux terminés en cul-de-sac (2). Dans certains cas, on a cru les voir s'ouvrir directe-

(1) M. Brücke a trouvé que, chez le Lapin, les canaux ou espaces lymphatiques des parois de l'intestin logent quelquefois dans leur intérieur, non-seulement une artériole, mais aussi la veine satellite de ce vaisseau. Souvent la cavité commune, ainsi disposée, semble tendre à s'oblitérer sur les lignes de jonction de ces deux vaisseaux et à constituer de la sorte deux canaux latéraux qui confluent seulement de loin en loin, de façon à représenter une sorte de lacis ; enfin, dans d'autres points, l'espace lymphatique, au lieu d'entourer le vaisseau sanguin, côtoie celui-ci. Cette dernière disposition est prédominante chez la Souris (*a*).

(2) La plupart des anatomistes qui, de nos jours, ont fait une étude approfondie des lymphatiques, considèrent ces vaisseaux comme naissant d'un réseau de canaux ou de cellules, c'est-à-dire de vacuoles confluentes qui ne communiqueraient nulle part, ni avec l'extérieur, ni avec les vaisseaux sanguins (*b*).

Ainsi, en résumant ses observations

(*a*) Brücke, *Ueber die Chylusgefässe und die Resorption des Chylus* (*Mém. de l'Académie de Vienne*, 1854, t. VI, p. 127).

(*b*) Henle, *Traité d'anatomie générale*, t. II, p. 84.

— Van der Haegen, *Mémoire sur une question de médecine : Quelles sont les dispositions du système lymphatique exhalant et inhalant dans les membranes séreuses*, p. 313 (*Annales des universités de Belgique*, 2ᵉ année, 1843).

— Van Kempen, *Manuel d'anatomie générale*, 1851, p. 175.

— Sappey, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 589.

— Burggraeve, *Histologie*, 1843, p. 326.

ment au dehors, soit à l'extrémité des villosités de la membrane muqueuse de l'intestin, soit à la surface de la peau; mais je ne pense pas que cette disposition se rencontre dans l'état normal, et le système lymphatique, de même que le système circulatoire, dont il est pour ainsi dire une dépendance, me paraît être parfaitement clos chez tous les Animaux supérieurs (1).

sur la structure du système lymphatique chez l'Homme et divers Animaux, tels que le Chien, le Cheval, le Porc, le Bœuf, le Lapin, la Marmotte, l'Ours et même les Oiseaux, M. Panizza dit : « Ho certificato i seguenti » fatti : Il sistema linfatico, conside- » rato anche nella sua più minuta » decomposizione, si dimostra sem- » pre in reticelle le une sovrapposte » alle altre, via via più minute e sem- » pre continue, senza communicazione » visibile col capillare sanguigno, an- » che quando l'injezione è microsco- » pica (*a*). »

(1) Quelques anatomistes ont pensé que les lymphatiques naissaient à la surface de la peau par des bouches béantes. Ainsi Haase, en faisant avancer du mercure dans ces vaisseaux, à l'aide de la pression exercée par le manche d'un scalpel, a vu des gouttelettes de ce métal sortir par des orifices situés sur cette surface (*b*), mais toutes les recherches les mieux faites tendent à prouver que ce résultat ne pouvait dépendre que de ruptures, et que dans l'état normal les lymphatiques cutanés n'ont aucune communication directe avec l'extérieur (*c*).

L'existence d'un ou de plusieurs orifices lymphatiques à l'extrémité des villosités de la tunique muqueuse intestinale a été admise par un plus grand nombre d'observateurs, mais ne me paraît pas plus réelle. Lorsqu'on examine au microscope un de ces petits prolongements, on y distingue en général assez nettement un canal central qui fait partie du système lymphatique; et, ainsi que nous le verrons dans une autre partie de ce cours, on y reconnaît souvent la présence du chyle. Lieberkühn croyait avoir constaté que ce conduit, entouré par un lacis de vaisseaux sanguins, se terminait en une ampoule située à l'extrémité libre de la villosité et percée d'un ou de plusieurs pertuis (*d*).

Hewson, tout en réfutant les observations de Lieberkühn, relatives à l'ampoule dont je viens de parler, admit sans conteste l'existence des orifices béants comme formant l'origine des vaisseaux lactés (*e*). Vers la fin du siècle dernier, Sheldon, Cruikshank et Hedwig décrivirent ces racines ouvertes à peu près de la

(*a*) Panizza, *Dello assorbimento venoso* (*Memor dell' Instituto Lombardo*, 1843, t. I, p. 164).

(*b*) Haase, *De vasis cutis et intestinorum absorbentibus plexibusque lymph. pelvis humani, annotat. anat.* Lipsiæ, 1786, p. 4 et suiv.

(*c*) Breschet et Roussel de Vauzème, *Recherches anatomiques et physiologiques sur les appareils tégumentaires des Animaux*, 1834, 2ᵉ série, t. II, p. 208.

(*d*) Lieberkühn, *Dissert. anat. phys. de fabrica et actione villorum intestinorum tenuium hominis.* Amsterd., 1760, p. 4 et suiv.

(*e*) Hewson, *Op. cit.*, chap. X (*Works*, p. 181).

Tissus qui sont dépourvus de lymphatiques.

Puisque la formation des radicules lymphatiques semble être due à la structure caverneuse des éléments histogéniques de la substance conjonctive, nous pouvons prévoir que ces vaisseaux ne doivent pas surgir des parties de l'organisme où cette substance ne se rencontre pas (1). Or, l'épiderme et les autres

même manière (*a*). Mais aujourd'hui que les moyens d'investigation ont été perfectionnés, on a pu se convaincre que les anatomistes dont je viens de parler avaient mal interprété quelque apparence illusoire, et que les villosités ne sont pas percées au bout (*b*). Ainsi M. Goodsir a eu l'occasion d'examiner les préparations sur lesquelles Cruikshank avait cru voir les orifices en question, et il s'est assuré qu'il n'y existait en réalité rien de semblable (*c*).

(1) Mon ancien ami et collaborateur, feu Gilbert Breschet, me paraît avoir exprimé à ce sujet une opinion très juste, lorsqu'il a dit : « Le tissu cellulaire est, à nos yeux, le point principal d'où les vaisseaux lymphatiques surgissent ; c'est le sol dans lequel leurs racines s'implantent, et dans la profondeur duquel elles se ramifient avec des caractères et des formes particulières. Si nous voyons des vaisseaux lymphatiques sortir de la substance de beaucoup d'organes, c'est que le tissu cellulaire en constitue la base, la trame première. En effet, les organes dans la composition desquels ce tissu n'entre point ne donnent naissance à aucun lymphatique : tels sont les ongles, les cornes, l'épiderme, les cheveux, l'émail des dents, etc. (*d*). »

Quelques auteurs pensent que les brides et les lamelles du tissu cellulaire ou conjonctif sont formées essentiellement de vaisseaux lymphatiques (*e*), et les recherches d'Arnold leur semblent favorables à cette manière de voir ; car cet anatomiste a trouvé dans le tissu conjonctif des environs du globe de l'œil des lacis très riches de canaux de cet ordre (*f*) ; mais cette opinion n'est pas admissible aujourd'hui que les recherches microscopiques sont venues montrer que souvent ces mêmes brides ne sont pas creuses et ne consistent qu'en traînées d'une substance amorphe subgélatineuse (*g*). Les lymphatiques sont toujours formés par la substance conjonctive, mais la réciproque n'est pas vraie, et toutes les parties du système

(*a*) Sheldon, *Hist. of the Absorbant System*, 1784, p. 32.
— Cruikshank, *Op. cit.*, p. 118 et suiv.
— Hedwig, *Disquisitio ampullarum Lieberkuhn physico-microscopica*. Lipsiæ, 1797.
(*b*) Rudolphi, *Einige Beobacht. über die Darmzotten* (Reil's *Archiv für Physiologie*, 1800, t. IV, p. 66 et suiv.).
— A. Meckel, *Ueber die Villosa des Menschen und einiger Thiere* (*Deutsches Archiv für die Physiol.*, 1819, t. V, p. 163).
(*c*) Goodsir, *Structure and Functions of Intestinal Villi* (*Anatom. and Physiol. Observ.*, p. 4, pl. 1, fig. 5 et 6).
(*d*) Breschet, *Le système lymphatique considéré sous les rapports anatomique, physiologique et pathologique*, p. 21.
(*e*) Cruveilhier, *Traité d'anatomie descriptive*, 1843, t. III, p. 126.
(*f*) Arnold, *Anat. und physiol. Untersuch. über das Auge*, 1832.
(*g*) Mandl, *Anatomie microscopique*, t. I, p. 226.

triculaires, dits épithéliques, ne renferment pas de tissu tif; aussi n'y trouve-t-on pas de vaisseaux de cette : mais, dans presque tous les organes où ce tissu se ren- en plus ou moins grande abondance, on est parvenu er des vaisseaux lymphatiques, et, dans les membranes t composées essentiellement de substance conjonctive, ches profondes des séreuses, par exemple, les canaux de re, sont si nombreux qu'ils paraissent former presque à ls la substance de ces tissus (1).

Tissus qui en possèdent.

Membranes séreuses.

f ne se creusent pas en con- phatiques.

s ce que je viens de dire, on je considère comme non agérée l'opinion diamétrale- posée à celle de Breschet et , qui a été soutenue dernière- r quelques auteurs, au dire les réticulations dont il vient estion n'appartiendraient pas e lymphatique, et dépen- eulement du système aréo- éral (*a*). Ainsi M. Sappey le tissu conjonctif ou cellu- us ses dérivés sont dépour- mphatiques (*b*).

s belles injections pratiquées agni avaient porté cet anato- penser que les séreuses et us les autres tissus blancs de ie étaient formés seulement aux lymphatiques (*c*); mais s de l'histologie rendent cette mpossible à soutenir aujour- n sait, en effet, que les sé- nt composées de plusieurs que leur surface libre est formée par du tissu épithélique pavi- menteux; qu'au-dessous de cette lame utriculaire se trouve une substance amorphe et presque gélatineuse, et que, plus profondément, on rencontre du tissu conjonctif qui, condensé superficiellement, devient de plus en plus aréolaire et se confond avec celui des parties circonvoisines auxquelles ces membranes adhèrent. Or, la couche épithélique est dépourvue de lympha- tiques, et comme plusieurs auteurs considèrent les séreuses comme n'é- tant formées que par cette même couche, ils disent que ces membranes ne donnent naissance à aucun vais- seau de cet ordre (*d*); mais tous les anatomistes sont d'accord pour recon- naître que dans les couches profondes il existe un réseau lymphatique des plus riches, et l'on sait que pour l'in- jecter, il suffit de piquer celles-ci avec la pointe du tube effilé qui contient le mercure, et de laisser couler ce métal dans les aréoles du tissu conjonctif. On voit alors le mercure se répandre en couches minces sous l'épithélium

r, *Manuel de physiologie*, trad. par Jourdan, t. I, p. 196.
y, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 602.
gni, *Vasorum lymphaticorum histor. et iconogr.*, p. 65, pl. 1, fig. 2.
y, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 599.

Derme. Il en est à peu près de même pour la couche sous-épidermique de la peau. Fohmann a fait voir que la surface du derme

séreux ; et si l'on examine à la loupe une de ces plaques argentées, on reconnaît que l'injection n'est pas répandue d'une manière uniforme, mais est contenue dans un réseau irrégulier de petites cavités plus ou moins tubuliformes (*a*). D'après les recherches de M. Berres, ce serait dans les interstices compris entre les granules constitutives de la couche amorphe sous-épithélique que naîtraient les lymphatiques, et ces lacunes se transformeraient peu à peu en canaux qui s'uniraient à ceux de la couche conjonctive sous-jacente (*b*). Cette dernière couche paraît occupée presque entièrement par des cavités du même ordre. D'après Arnold et Fohmann, les aréoles, ou cellules de cette partie des membranes séreuses, seraient toutes des cavités radiculaires lymphatiques (*c*). Fohmann a représenté ces réseaux dans le péricarde et le péritoine (*d*).

M. Lambotte, comme je l'ai déjà dit, considère les réseaux blancs des membranes séreuses comme étant en continuité directe non-seulement avec les troncs lymphatiques, mais aussi avec les capillaires artériels et veineux, de façon à constituer un système intermédiaire entre les vaisseaux sanguins et les vaisseaux lymphatiques proprement dits (*e*).

Les lymphatiques des poumons constituent sous la plèvre viscérale un réseau variqueux très remarquable, dont l'existence n'avait pas échappé à Mascagni, et dont la disposition a été étudiée avec beaucoup de soin par M. Jarjavay (*f*).

La nature du réseau de lacunes irrégulières, que divers anatomistes ont injecté à la surface du cerveau, entre la pie-mère et l'arachnoïde, est plus problématique : la plupart des auteurs qui en ont fait une étude attentive les considèrent comme appartenant au système lymphatique (*g*); mais on n'a pu les suivre jusque dans des ganglions ou dans des vaisseaux bien caractérisés, et quelques observateurs pensent que ce sont seulement des cellules ou aréoles du tissu conjonctif commun (*h*).

(*a*) Fohmann, *Mém. sur les lymphatiques de la peau, des membranes muqueuses, séreuses*, etc., 1833, p. 19.

(*b*) Berres, *Anatomie der mikroscopischen Gebilde des menschlichen Körpers*, 1836, p. 134.
— Van der Haegen, *Op. cit.*, p. 294 et suiv. (*Annales des universités de Belgique*, 1843).

(*c*) Arnold, *Anatom. und physiol. Untersuchungen über das Auge des Menschen*, 1832.
— Berres, *Op. cit.*, p. 87.

(*d*) Fohmann, *Mém. sur les vaisseaux lymphatiques de la peau*, etc., pl. 8 et 9.

(*e*) Lambotte, *Op. cit.* (*Bulletin de l'Acad. de Bruxelles*, t. VII, p. 164).

(*f*) Jarjavay, *Mémoire sur les lymphatiques du poumon* (*Archives générales de médecine*, 4e série, t. XIII, p. 70).

(*g*) Mascagni, *Op. cit.*, p. 63.
— Fohmann, *Mém. sur les vaisseaux lymphatiques de la peau*, etc., p. 24, pl. 10.
— Arnold, *Bemerkung über den Bau des Hirnes und Rückenmarks*, p. 105, et *Tabulæ anatomicæ*, fasc. 1, pl. 1, fig. 1, 2 ; fasc. 2, pl. 2, fig. 1, 7.
— Breschet, *Op. cit.*, pl. 1, fig. 4.
— Van der Haegen, *Op. cit.*, pl. 13 (*Ann. des universités de Belgique*, 1843).

(*h*) Ruysch, *Epistola nona*, p. 8 et 12, pl. 10, et *Thes. anat.*, VII, tab. 2, fig. 2.
— Sappey, *Op. cit.*, t. I, p. 604.

est occupée en majeure partie par un réseau de canaux lymphatiques qui percent en tous sens cette tunique, et forment aussi à sa face interne un lacis des plus riches (1). Dans cette portion périphérique du système, il n'existe généralement pas de valvules, et l'on peut injecter ces vaisseaux à rebours aussi bien qu'en poussant le liquide des radicules vers les troncs. Dans quelques parties du corps, les capillaires de cet ordre sont si abondants, que, pour arriver dans l'intérieur de ce réseau de cavités tubuliformes, il suffit de piquer au hasard la substance du derme, et la totalité du système lacunaire des téguments semble y appartenir; mais ailleurs ils sont ou moins abondants ou moins faciles à injecter (2). Enfin, dans le cordon

(1) Les anatomistes appellent lieu d'élection, pour les injections, ces parties où le réseau lymphatique des téguments communs est le plus développé. Cette disposition organique est très remarquable à l'extrémité des doigts et des orteils, surtout de chaque côté de la base de l'ongle, sur la ligne médiane de la tête, sur le scrotum, autour du mamelon, sur le prépuce et le gland, et généralement au pourtour des orifices par lesquels la peau se continue avec les muqueuses (*a*).

(2) La grande abondance des lymphatiques à la surface du derme a été constatée par Lauth. Sur le cadavre d'un homme mort d'anasarque, il injecta ces vaisseaux avec du mercure, et obtint ainsi sur divers points des taches grises qui, au premier abord, paraissaient dues à des épanchements continus; mais qui, examinées avec soin, se montraient sous la forme d'un réseau des plus fins. Ayant fait macérer la peau pour en détacher l'épiderme, il vit que les canaux ainsi remplis de métal étaient à nu sur le chorion, et si rapprochés, qu'on n'aurait pas pu y placer la pointe d'une aiguille sans en intéresser quelques-uns. Ces réseaux communiquaient avec les branches ascendantes du système lymphatique, et, par leur intermédiaire, se reliaient aux parties centrales de cet appareil vasculaire (*b*). Fohmann a vu aussi que, dans les préparations où l'injection avait bien réussi, les lymphatiques de la peau étaient si nombreux, que le derme semblait en être formé entièrement. Le réseau constitué par ces canaux perce cette membrane dans tous les sens, et forme à ses deux surfaces un lacis serré. Les lymphatiques du réseau superficiel sont d'une ténuité extrême; mais ceux qui se trouvent plus profondément augmentent de volume, et donnent naissance à des

(*a*) Voyez Sappey, *Thèse sur l'injection des vaisseaux lymphatiques*. Paris, 1843.
(*b*) Lauth, *Essai sur les vaisseaux lymphatiques*. Strasbourg, 1824, p. 15.

ombilical du fœtus, la portion radiculaire du système lymphatique se rapproche encore davantage de ce que nous avons vu chez les Vertébrés à sang froid, car elle est constituée par une réunion de grandes lacunes ou aréoles du tissu conjonctif sous-cutané qui forment une gaîne autour des vaisseaux sanguins (1).

Lymphatiques les membranes muqueuses.

Les radicelles lymphatiques des membranes muqueuses affectent à peu près la même disposition que celles de la peau (2). Dans une autre partie de ce cours, j'aurai l'occasion

branches nombreuses qui, en s'unissant, constituent une couche sous-cutanée où les valvules commencent à se montrer (*a*). Fohmann ajoute que la peau de l'oreille des Lapins blancs est particulièrement favorable pour ce genre de préparation.

(1) Ce mode d'organisation a été constaté par Fohmann dans l'espèce humaine aussi bien que chez plusieurs autres Mammifères. Chez le Cheval, la gaîne lymphatique qui renferme les vaisseaux sanguins du cordon ombilical, ainsi que leurs branches placentaires, est peu subdivisée, et communique avec le canal thoracique par des branches logées dans les parois de l'abdomen. Chez les Ruminants, la disposition de ces conduits est à peu près la même que chez le fœtus humain, et le cordon ombilical se compose principalement d'un plexus très fin de vaisseaux ou de cellules qui renferment la matière connue sous le nom de *gelée de Wharton*, et qui embrassent le faisceau des vaisseaux sanguins. Ces canaux sont dépourvus de valvules (*b*).

(2) Au commencement du XVIII[e] siècle, Ruysch remarqua l'apparence vasculaire que le tissu aréolaire, situé sous la conjonctive, présente lorsqu'on l'injecte au mercure (*c*). Arnold en a donné une figure (*d*).

Les lymphatiques de la muqueuse intestinale et des voies génito-urinaires ont été étudiés très attentivement par Fohmann. Cet anatomiste les décrit comme étant très semblables à ceux du derme cutané, mais plus difficiles à injecter. Ils sont également dépourvus de valvules et forment à la surface de ces membranes des lacis à mailles très serrées qui me paraissent avoir le caractère d'une

(*a*) Fohmann, *Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques de la peau, des membranes muqueuses, séreuses, du tissu musculaire et nerveux*. Liége, 1833, p. 2, pl. 1 (réseau lymphatique de la peau du sein), pl. 2 (réseau lymphatique de la peau de la verge et du scrotum).

(*b*) Fohmann, *Ueber die Saugadern im Fruchtkuchen und Nabelstrang des Menschen* (Tiedemann's *Zeitschr. für Physiologie*, 1832, t. IV, p. 276). -- *Mémoires sur les communications des vaisseaux lymphatiques avec les veines et sur les vaisseaux absorbants du placenta et du cordon ombilical*, 1832, p. 23.

(*c*) Ruysch, *Thes. sec.*, p. 6, note X.

(*d*) Arnold, *Tabulæ anatomicæ*, fasc. 1, pl. 2, fig. 7.

rrêter davantage sur ce point de leur histoire anato- et, pour terminer ce qui me paraît nécessaire de dire :hant l'origine de ce système vasculaire, il ne me reste u'à ajouter que les lymphatiques se voient en grand e dans les muscles (1) et les glandes (2), aussi bien ns les membranes, et qu'on est parvenu à en con-

de lacunes interorganiques ue d'un assemblage de vais-).

:xus et les troncs qui en nais- ; la membrane muqueuse du : du canal de l'urèthre ont bien étudiés et figurés par :za (b).

du reste à noter que les rela- ces réseaux blancs du tissu c avec les vaisseaux lympha- en caractérisés n'ont pas été suffisamment démontrées, et ; anatomistes considèrent les irréguliers d'apparence vas- qui sont injectés de la sorte n'appartenant pas à cet ap- et dépendant seulement du aréolaire du tissu conjonctif : (c).

; lymphatiques du diaphragme étudiés par plusieurs anato- tels que Rudbeck, Nuck, ink et Mascagni (d); Fohmann de nouveau un examen at- tentif, et dernièrement ils ont été l'objet de recherches nouvelles faites par M. Sappey (e). D'après Fohmann, ils sont plus faciles à injecter chez le Chien que chez l'Homme.

Les lymphatiques des muscles superficiels sont plus difficiles à observer ; mais les faits constatés par Rudbeck, Bartholin, Hewson, M. Sappey et d'autres, ne laissent aucune incertitude, quant à l'existence de ces vaisseaux.

Il est aussi à noter que les lymphatiques forment des mailles autour des fibres musculaires dont ils suivent la direction, et qu'ils sont dépourvus de valvules (f).

(2) Les lymphatiques du foie sont très développés, et quelques branches de ces vaisseaux paraissent avoir été aperçues par Fallope, fort longtemps avant la découverte des chylifères par Aselli (g).

Ceux de la portion superficielle de ce viscère se dirigent vers sa sur-

: les figures données par Fohmann dans son *Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques de* c., et représentant le réseau superficiel de la muqueuse dans l'œsophage et l'estomac (pl. 3), tin (pl. 4), dans la trachée (pl. 5), et dans la vessie (pl. 6).

:za, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, p. 9 et suiv., pl. 4, fig. 2 et 3.

ey, *Traité d'anatomie descriptive*, t. I, p. 595.

beck, *Nova exercit. anat. exhibens ductus hepatis aquosos et vasa glandularum* 53.

:shank, *Op. cit.*, p. 362.

agni, *Op. cit.*, pl. 21 et 26.

nann, *Mémoire sur les vaisseaux lymphatiques de la peau*, etc., p. 27.

ey, *Op. cit.*, t. I, p. 606.

:het, *Op. cit.*, p. 38.

z Portal, *Histoire de l'anatomie*, t. I, p. 585.

stater la présence dans presque toutes les parties de l'organisme (1).

Relations organiques des vaisseaux sanguins et lymphatiques.

§ 7. — D'après les détails anatomiques que je viens de présenter, on voit qu'il ne paraît y avoir aucune continuité ou communication anastomotique directe entre le système capillaire sanguin et les racines du système lymphatique ; mais on a pu voir aussi que le réseau d'aréoles ou de lacunes plus ou moins tubuliformes où ce dernier appareil prend naissance a des

face (*a*) et y rampent, puis se portent sur le diaphragme ou gagnent directement les ganglions situés au devant de l'aorte. Ceux des parties profondes se partagent en deux groupes : les uns marchent parallèlement à la veine porte, et se rendent aux ganglions voisins ; les autres côtoient les veines hépatiques en les embrassant d'un réseau, puis traversent le diaphragme, et se jettent dans les ganglions sus-diaphragmatiques, pour aller ensuite se terminer dans le canal thoracique.

Les autres glandes parfaites, telles que le pancréas, les parotides, etc., donnent également naissance à de nombreux vaisseaux lymphatiques. Dans les testicules, ces vaisseaux offrent un développement remarquable (*b*). Enfin, on en voit aussi qui émergent des glandes imparfaites, du corps thyroïde, du thymus, de la rate, etc.

(1) L'existence de lymphatiques dans les os paraît avoir été constatée par plusieurs anatomistes, tels que Cruikshank, Sœmmering, Breschet et M. Gros (*c*), mais est très difficile à mettre en évidence et paraît douteuse à quelques auteurs (*d*). M. Burggraeve a injecté des réseaux lymphatiques très riches dans le périoste (*e*).

La présence de lymphatiques n'a pas été démontrée dans la substance du système nerveux (*f*) ; mais, ainsi que je l'ai déjà dit, on a injecté sur la surface du cerveau, et même dans les ventricules de ce viscère, des conduits qui paraissent faire partie de ce système (*g*).

(*a*) Voyez Mascagni, *Op. cit.*, pl. 1, fig. 6, et pl. 2, fig. 9.

(*b*) Voyez Panizza, *Osservazioni antropo-zootomico-fisiologiche*, p. 16 et suiv., testicule de l'Homme, pl. 5, fig. 3 ; pl. 8, fig. 4, 5, 6 ; — du Chien, pl. 5, fig. 2, et pl. 8, fig. 2 et 3, — du Taureau, pl. 5, fig. 1 ; pl. 6 et 7 ; — de l'Ours, pl. 5, fig. 4 et 5 ; — et de la Loutre, pl. 2, fig. 6.

(*c*) Cruikshank, *Op. cit.*, p. 378.
— Sœmmering, *De corporis humani fabrica*, t. V, p. 395.
— Breschet, *Le système lymphatique*, p. 40.
— Gros : voyez Sappey, *Op. cit.*, t. I, p. 612.

(*d*) Sappey, *Op. cit.*, t. I, p. 611.

(*e*) Burggraeve, *Histologie*, 1844, p. 495.

(*f*) Henle, *Anatomie générale*, t. II, p. 86.

(*g*) Voyez ci-dessus, page 542. — Pour les recherches des anciens anatomistes à ce sujet, voyez Haller, *Elementa physiologiæ*, t. I, p. 177.

relations intimes avec cette portion périphérique de l'appareil circulatoire ; que les canaux capillaires où le sang circule ne sont séparés des cavités radiculaires du système lymphatique que par des parois extrêmement minces, formées d'un tissu très perméable ; enfin que ces aréoles entourent souvent en manière de gaîne les artérioles.

Nous pouvons donc comprendre que la transsudation des liquides doit se faire avec une grande facilité des parties terminales du système artériel dans les cavités radiculaires du système lymphatique, et que, dans certaines parties de l'organisme, sinon partout, cette espèce de filtration doit même s'opérer plus aisément que celle dont l'étude nous a occupés dans l'avant-dernière Leçon, et dont les résultats sont l'extravasation d'une portion des liquides nourriciers dans les aréoles du tissu conjonctif ou dans les grandes cavités que ce tissu tapisse. Ce passage des liquides des artérioles dans les lymphatiques peut d'ailleurs être constaté à l'aide des injections. Si l'on pousse successivement dans l'appareil circulatoire d'un Mammifère, d'un Chien, par exemple, une dissolution de chromate de potasse, puis de l'eau chargée d'acétate de plomb, on trouvera les lymphatiques colorés en jaune par le chromate de plomb insoluble, qui se sera précipité dans l'intérieur de ces derniers vaisseaux aussi bien que dans les artères et dans les veines. Souvent des résultats analogues s'obtiennent par des injections mercurielles, et le passage des liquides d'une artère dans les lymphatiques adjacents se démontre également bien au moyen des expériences hydrotomiques de Lacauchie, méthode d'investigation dont j'ai fait mention dans la dernière Leçon (1).

Or, ce qui a lieu de la sorte sur le cadavre, peut se constater aussi chez l'Animal vivant, et le mécanisme de ce transvase-

(1) Voyez ci-dessus, page 461.

ment nous est expliqué en partie par des observations dues à M. Kölliker. En étudiant au microscope le mode d'origine des lymphatiques dans la queue des Têtards, ce physiologiste n'a pu apercevoir aucune communication préétablie entre ces vaisseaux et les artères voisines; mais lorsque la circulation devenait embarrassée, il a vu souvent le sang passer de celles-ci dans les radicules lymphatiques. Il attribue ce phénomène à une altération pathologique des parois vasculaires; mais, soit que l'épanchement sanguin ait été déterminé par une perforation des tuniques vasculaires, soit qu'il ait été la conséquence d'un simple relâchement de leur tissu ou d'une augmentation dans la perméabilité de ces membranes, toujours est-il que ce fait prouve combien le passage entre les vaisseaux sanguins et lymphatiques est facile pendant la vie, car l'épanchement ne se répandait pas dans les cavités circonvoisines du tissu conjonctif, et les globules rouges ne s'introduisent que dans les vaisseaux lymphatiques (1).

Perméabilité du tissu intermédiaire.

Du reste, il me paraît peu probable que les communications observées par M. Kölliker aient été le résultat d'une anastomose accidentelle, c'est-à-dire d'un passage direct établi anormalement entre les vaisseaux sanguins et lymphatiques; et divers faits, sur lesquels il est nécessaire de fixer maintenant notre attention, me portent à croire que le tissu interposé entre les diverses cavités dont nous étudions en ce moment le mode de relation n'est pas une membrane continue, mais une substance caverneuse comparable à ces tissus feutrés que les chimistes emploient pour clarifier les liquides dont la transparence est

(1) M. Kölliker ajoute que souvent il lui a été impossible d'apercevoir aucune trace de rupture dans les parois vasculaires, à travers lesquelles les globules du sang avaient passé pour arriver dans les lymphatiques (a).

(a) Kölliker, *Note sur le développement des tissus chez les Batraciens* (*Ann. des sciences nat.* 1846, 3ᵉ série, t. V, p. 101).

troublée par des corpuscules étrangers. Notre œil n'aperçoit dans le papier buvard ou dans tout autre filtre ni pores ni interstices quelconques, mais un système de lacunes irrégulières et confluentes y existe en réalité, car ces tissus se laissent traverser par des corpuscules solides aussi bien que par des fluides, pourvu que ces corpuscules soient suffisamment ténus; seulement ils laissent passer les liquides plus facilement, et la matière qui s'écoule est d'autant moins chargée de ces particules solides, que la substance du filtre est plus dense.

Or, il en est de même pour le tissu organique qui limite les courants sanguins capillaires et qui les sépare des cavités adjacentes du système lymphatique. Si ce tissu était en réalité une membrane continue, nous pourrions concevoir le passage des fluides des capillaires sanguins dans les radicules lymphatiques; mais les globules hématiques du sang ne devraient jamais transsuder de la sorte, à moins de l'établissement de quelque fuite accidentelle; tandis que l'observation nous apprend que toujours, ou presque toujours, un certain nombre de ces corpuscules solides s'échappe de l'appareil circulatoire et arrive dans le système lymphatique. Des expériences très intéressantes, mais dont la plupart des physiologistes ne semblent pas avoir tenu suffisamment compte, nous apprennent aussi que la proportion des globules sanguins qui filtrent ainsi à travers les parois des capillaires, et qui se retrouvent dans les vaisseaux lymphatiques, varie avec le degré de pression sous lequel le sang circule dans le système vasculaire. Ainsi M. Herbst a constaté qu'il suffit d'augmenter notablement le volume du sang à l'aide de la transfusion, pour accroître non-seulement la quantité de liquide contenu dans les lymphatiques, mais pour y rendre les globules rouges du sang beaucoup plus abondants que dans les circonstances ordinaires. On pourrait, au premier abord, objecter à cette expérience, que nous ignorons le lieu natal de ces globules hématiques, et que les corpuscules

du même ordre qui se voient dans les vaisseaux lymphatiques pourraient bien ne pas leur avoir été transmis par le vaisseau sanguin. Mais, dans d'autres expériences analogues, M. Herbst, au lieu d'augmenter la masse des humeurs en circulation en injectant du sang dans les veines de l'Animal dont il voulait examiner ensuite le système lymphatique, y poussa du lait, et il reconnut ensuite la présence des corpuscules caractéristiques de ce liquide dans ces derniers vaisseaux. Les globules du lait avaient donc passé des canaux sanguins dans les conduits lymphatiques (1).

Ainsi, quoique l'observation directe ne nous permette pas de constater *de visu* l'existence de voies de communication entre les parties périphériques du système sanguin et les cavités

(1) M. Herbst a varié ces expériences de différentes manières. Tantôt il injectait une quantité considérable d'eau tiède dans les veines d'un Chien ; et bientôt après, ayant tué l'Animal et lié le canal thoracique, il trouvait les lymphatiques fortement distendus par un liquide incolore et beaucoup plus aqueux que ne l'est d'ordinaire la lymphe. D'autres fois il opérait la transfusion de façon à augmenter considérablement le volume du sang en circulation, et alors il trouvait diverses parties du système lymphatique distendues par un liquide rougeâtre dans lequel le microscope faisait reconnaître un grand nombre de globules rouges semblables en tout à ceux du sang. D'autres fois encore, après avoir fait jeûner l'Animal pendant assez longtemps pour être sûr de ne pas trouver de chyle dans les lymphatiques du mésentère, il injectait du lait dans les veines, et en examinant au microscope le liquide blanchâtre dont les lymphatiques étaient gorgés, il y reconnut les globules caractéristiques du lait. Enfin, dans une autre expérience, il injecta de la fécule dans les veines, et il obtint une coloration bleue en traitant la lymphe par l'iode. M. Herbst ne s'explique pas nettement sur le mécanisme de ce passage de corpuscules solides des vaisseaux sanguins dans les lymphatiques, et il considère la production de la lymphe comme étant une sécrétion (*a*) ; mais il me semble évident qu'on ne peut s'en rendre compte qu'en admettant que les tissus constitutifs des parois de ces vaisseaux, interposés entre leurs cavités respectives, sont creusés de cavités confluentes qui établissent le passage à la manière des pores d'un filtre.

(*a*) Gustav Herbst, *Das Lymphgefässsystem und seine Verrichtung*. Göttingue, 1844, p. 62 et suiv.).

radiculaires du système lymphatique, les résultats fournis par les expériences physiologiques me semblent prouver clairement que le passage des uns dans les autres est établi à l'aide d'un tissu spongieux analogue à un filtre, et remplissant son rôle de séparateur d'une manière plus ou moins parfaite, suivant les conditions dans lesquelles il fonctionne.

Le passage des capillaires sanguins dans les parties périphériques du système lymphatique étant si facile, nous pouvons prévoir que si la charge sous laquelle les liquides coulent dans l'appareil circulatoire est supérieure à celle que supporte le contenu des lymphatiques, ces liquides doivent tendre à traverser la cloison filtrante interposée entre ces deux ordres de canaux et à passer en plus ou moins grande quantité des premiers dans les seconds. Or, cette différence de pression existe, et elle est même très grande. Nous avons vu dans une précédente Leçon que le sang exerce une poussée très forte contre les parois des vaisseaux centrifuges (1) ; mais il n'en est pas de même pour le liquide contenu dans les vaisseaux lymphatiques; la colonne manométrique qui fait équilibre à cette pression n'est même pas moitié aussi haute que celle dont l'ascension est déterminée par la poussée du sang en mouvement dans les veines, et elle n'égale pas le dixième de la hauteur de celle qui nous a donné la mesure de la pression développée dans les artères (2). Il en résulte donc qu'une force mécanique considé-

(1) Voyez ci-dessus, page 234.

(2) On doit à MM. Ludwig et Noll quelques expériences sur la pression sous laquelle la lymphe se meut dans le grand tronc lymphatique cervical, qui, au côté droit, tient lieu du canal thoracique. Elles ont été faites sur des Chiens, à l'aide d'un tube manométrique chargé d'une dissolution de carbonate de soude, et elles montrent qu'en général la poussée du courant ne fait équilibre qu'à une colonne de ce liquide haute de 14 à 26 millimètres (*a*).

(*a*) Noll, *Ueber den Lymphstrom in den Lymphgefässen* (*Zeitschrift für rationelle Medicin*, 1850, t. IX, p. 63 et suiv.).

rable doit tendre sans cesse à pousser une partie des liquides nourriciers de l'intérieur des vaisseaux sanguins dans les cavités radiculaires du système lymphatique.

§ 8. — D'après cet ensemble de faits, nous pouvons donc prévoir aussi que la *lymphe*, c'est-à-dire l'humeur contenue dans l'ensemble de ce dernier système, et qu'il ne faut pas confondre avec le chyle qui est versé dans quelques parties du même appareil par le travail de la digestion ; que la lymphe, dis-je, doit avoir de l'analogie avec le sang, mais doit être beaucoup plus pauvre en corpuscules solides. Effectivement, il en est ainsi, et tous les faits connus concordent à établir que ce liquide provient du sang par transsudation. Cependant le phénomène mécanique dont je viens de rendre compte ne semble pas être le seul qui détermine la production de la lymphe, car celle-ci n'est pas identique avec le plasma du sang, et d'autres forces semblent devoir intervenir également pour y donner les caractères qui s'y observent. Cela ressortira des faits dont je me propose de rendre compte dans la prochaine Leçon.

QUARANTE-DEUXIÈME LEÇON.

De la lymphe ; constitution physique et composition chimique de ce liquide. — Origine du plasma lymphatique, des globules blancs et des globules rouges qui s'y trouvent. — Cours de la lymphe. — Causes de ce mouvement. — Quantité de lymphe reversée ainsi dans l'appareil de la circulation.

§ 1. — Jusque dans ces derniers temps, l'étude de la *lymphe* présentait d'assez grandes difficultés, car sur le cadavre on ne trouve que fort peu de ce liquide dans les vaisseaux lymphatiques, et sur les Animaux vivants il paraissait difficile d'en obtenir des quantités un peu considérables, sans qu'il fût mélangé de sang ou d'autres humeurs (1). On était donc réduit à profiter de quelques affections morbides très rares, dans lesquelles un vaisseau de ce genre, situé près de la surface de la peau et devenu variqueux ou presque anévrysmatique, s'était ouvert extérieurement et versait au dehors la lymphe qui y affluait (2). Mais depuis quelque

Manière de recueillir la lymphe.

(1) J. Müller conseillait l'emploi de Grenouilles vigoureuses, dont il incisait la peau vers le haut de la cuisse, en ayant soin d'éviter, autant que possible, la lésion des vaisseaux sanguins adjacents (*a*); mais la quantité de lymphe qu'on obtient de la sorte est très faible.

Magendie et Collard de Martigny se sont procuré soit du chyle, soit de la lymphe chez le Chien, en incisant la partie antérieure du canal thoracique au cou (*b*). Plus anciennement, Flandrin avait essayé de faire usage d'un moyen plus efficace, et, après avoir lié le canal thoracique d'un Cheval, il introduisit dans ce vaisseau un tube pour lui permettre de recueillir la lymphe ; mais le tube ne tarda pas à s'obstruer, et l'expérience ne donna que des résultats assez faibles (*c*).

(2) MM. Marchand et Colberg ont fait des observations de ce genre chez

(*a*) Müller, *Observ. sur l'analyse de la lymphe, du sang*, etc. (*Ann. des sciences nat.*, 1834, 2e série, t. I, p. 340).

(*b*) Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*, t. II, p. 171 (édit. de 1825).

— Collard de Martigny, *Recherches expérimentales sur les effets de l'abstinence, etc.; sur la composition et la quantité du sang et de la lymphe* (*Journal de physiologie* de Magendie, 1828, t. VIII, p. 152).

(*c*) Flandrin, *Expériences sur les vaisseaux lymphatiques des Animaux* (*Journal de médecine*, 1790, t. LXXXV, p. 372).

temps, un des jeunes physiologistes attachés à l'École vétérinaire d'Alfort, M. Colin, a eu l'heureuse idée d'établir sur des Animaux vivants des fistules artificielles, à l'aide desquelles on détourne de sa voie ordinaire le liquide en mouvement dans un des troncs superficiels du système lymphatique, ou bien encore on fait couler au dehors le liquide contenu dans le canal thoracique lui-même, procédé qui permet à l'expérimentateur d'en recueillir des quantités considérables en fort peu de temps (1).

Propriétés physiques de la lymphe.

La lymphe, quand elle est dans l'état normal et que d'autres produits ne sont pas venus s'y mêler, est un liquide transparent et jaunâtre ; mais souvent elle charrie de la graisse qui lui donne

une personne qui portait sur le dessus du pied une fistule lymphatique (a) ; M. Nasse a eu l'occasion d'observer un état pathologique analogue (b) ; et plus récemment, M. C. Desjardins a décrit un cas d'écoulement lymphatique semblable (c).

(1) Pour établir une fistule au canal thoracique du Cheval, M. Colin couche l'animal sur le côté droit, porte le membre antérieur gauche fortement en arrière, et pratique du même côté une incision parallèle à la jugulaire ; lie les extrémités coupées des artères ouvertes ; divise le muscle scalène ainsi que l'aponévrose située au-dessous, dégage la portion correspondante du canal thoracique, entoure ce vaisseau d'un fil, puis l'incise, et y ajuste un tube métallique dont l'extrémité est garnie d'un petit rebord. Le tube étant fixé de la sorte, il réunit les bords de la plaie par une suture, en laissant l'extrémité de la canule faire saillie au dehors.

Chez le Bœuf, l'expérience est plus facile à pratiquer, et la plaie ne tarde guère à se cicatriser autour de la canule, de sorte que l'espèce de fontaine lymphatique ainsi établie devient permanente, et fournit de la lymphe ou du chyle chaque fois qu'on débouche l'extrémité libre de l'appareil. Ce procédé a été mis en usage pour la première fois par M. Colin (d), et employé ensuite par d'autres physiologistes (e).

(a) Marchand et Colberg, *Ueber die chemische Zusammensetzung der menschlichen Lymphe* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1838, p. 129).

(b) Nasse, *Ueber Lymphe* (*Zeitschr. für Physiologie* von Treviranus, 1832, t. V, p. 18).

(c) Desjardins, *Mém. sur un cas de dilatation variqueuse du réseau lymphatique superficiel du derme. Émission volontaire de lymphe.* Suivi de l'analyse de cette lymphe et de réflexions par MM. Gubler et Quevenne (extr. de la *Gazette médicale*, 1854).

(d) Colin, *Sur le chyle* (*Bulletin de la Société impériale et centrale de médecine vétérinaire*, 1853, t. VIII, p. 256, et 1854, t. IX, p. 26).

— *Traité de physiologie comparée des Animaux domestiques*, 1856, t. II, p. 100 et suiv.

(e) Nasse, *Zur Physiologie der Lymphe* (*Zeitschrift für rationelle Medicin*, 1855, 2e série, t. VII, p. 148).

— Krause, *Zur Physiologie der Lymphe* (*Zeitschr. für rationelle Medicin*, 1855, 2e série, t. VII).

une apparence opaline ou même laiteuse, et plus souvent encore elle contient des globules sanguins qui lui communiquent une teinte rosée plus ou moins intense (1). De même que le plasma du sang, ce liquide se coagule spontanément quelque temps après avoir été extrait de l'organisme vivant (2), mais le caillot qui se forme ainsi est moins solide et ne se resserre pas de façon à laisser échapper du sérum libre (3). Il possède,

(1) Si ce n'est après plusieurs jours et sous l'influence d'un commencement de putréfaction (*a*).

(2) La lymphe qui provient de la rate est souvent rougeâtre, tandis que celle du foie est généralement d'une teinte grise jaunâtre (*b*). Je me propose de traiter du chyle dans une autre partie de ce cours.

(3) Ce phénomène est évidemment du même ordre que la coagulation du sang, dont j'ai déjà traité dans la deuxième Leçon de ce cours (*c*); et par conséquent je saisirai cette occasion pour appeler l'attention sur les recherches qui ont été faites sur la cause de cette solidification spontanée de la fibrine plasmique depuis la publication du premier volume de cet ouvrage.

Des expériences nombreuses et délicates, faites par M. Richardson, tendent à établir que la solubilité de la fibrine plasmique est due à la combinaison de cette substance avec une certaine quantité d'ammoniaque, et que sa coagulation est déterminée par le dégagement de cette base volatile. Ce physiologiste a constaté qu'on pouvait retarder beaucoup la coagulation spontanée du sang en faisant arriver dans ce liquide la vapeur qui se dégage d'une autre quantité de sang en voie de coagulation; que cette vapeur contient de l'ammoniaque, et que l'addition d'une petite quantité de cette base alcaline suffit non-seulement pour empêcher la coagulation, mais pour redissoudre la fibrine déjà coagulée (*d*). On s'expliquerait de la sorte la prompte coagulation du sang qui se trouve exposé à l'air; mais, pour se rendre compte ainsi de cette solidification en vases clos, il faudrait admettre que dans les cas de ce genre l'altération de ce liquide, ou quelque autre cause, aura déterminé la production d'un acide qui enlèverait à la fibrine plasmique l'ammoniaque à laquelle ce principe albuminoïde devrait sa solubilité.

Les résultats fournis par d'autres recherches dues à M. Brücke s'accordaient davantage avec les vues exposées dans le premier volume de cet ouvrage (*e*), et je dois ajouter que la

(*a*) Colin, *Traité de physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 14.

(*b*) Nasse, *Op. cit.* (Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*, t. II, p. 403).

(*c*) Voyez tome I, page 128 et suiv.

(*d*) W. Richardson, *The Cause of the Coagulation of the Blood*. Londres, 1858.

(*e*) Brücke, *An Essay on the Cause of the Coagulation of the Blood* (*British and Foreign Med. Chir. Review*, 1857, t. XIX, p. 183). — *Ueber die Ursache der Gerinnung des Blutes* (*Archiv für pathol. Anat.*, 1857, t. XII).

du reste, les mêmes propriétés chimiques que le caillot du sang, et se compose essentiellement de fibrine (1) qui englobe dans sa substance les corpuscules solides que ce liquide charriait.

Globules lymphatiques.

En effet, quand on examine au microscope de la lymphe non coagulée, on y aperçoit un assez grand nombre de globules qui nagent dans un plasma transparent (2). La plupart de ces corpuscules sont sphériques et incolores. Leur diamètre varie entre $\frac{1}{150}$ à $\frac{1}{200}$ de millimètre. Dans l'état normal, ils paraissent être presque homogènes ou seulement un peu granulés, et l'on ne distingue que très vaguement à leur centre un noyau arrondi;

théorie de M. Richardson a été combattue par M. Zimmermann (a); elle me semble réunir cependant en sa faveur beaucoup de probabilités, et il est à espérer que de nouvelles expériences viendront bientôt lever toutes les incertitudes à cet égard.

(1) La coagulation spontanée de la lymphe ne s'opère que lentement. En général, elle ne commence que quinze ou vingt minutes après l'extraction du liquide, et ne devient complète qu'au bout de trente ou quarante minutes, quelquefois même davantage. Dans l'intérieur des vaisseaux, ce phénomène ne se produit pas, lors même que le cours du liquide se trouve interrompu (b).

(2) L'existence de ces corpuscules dans la lymphe a été signalée par Hewson; mais jusqu'à une époque récente, soit que les microscopes ne fussent pas assez perfectionnés, soit que les physiologistes n'eussent pas assez d'habileté dans l'emploi de ces instruments, on ne connaissait que très imparfaitement la composition morphologique de ce liquide. En effet, Hewson considéra les globules de la lymphe comme étant les noyaux des globules du sang, destinés à se revêtir plus tard d'une enveloppe colorée (c), et Magendie disait formellement qu'ils étaient semblables à ces globules rouges (d); mais depuis vingt-cinq ans M. Kölliker, M. Gulliver et plusieurs micrographes en ont fait une étude attentive (e).

(a) Zimmermann, *Gegen eine neue Theorie der Faserstoffgerinnung* (Moleschott's *Untersuchungen über Naturlehre des Menschen und der Thiere*, 1857, t. II, p. 20).

(b) Colin, *Recherches expérimentales sur les fonctions du système lymphatique* (Mémoire inédit présenté à l'Académie des sciences en 1858).

(c) Hewson, *Op. cit.* (*Works*, p. 253).

(d) Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*, 1825, t. II, p. 191.

(e) Nasse, *Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie*, 1835, t. II, p. 24.

— Gulliver, *Contrib. to the Minute Anatomy of Animals* (*London and Edinb. Philosophical Magazine*, 1842, t. XX, p. 480).

— Henle, *Traité d'anatomie générale*, t. I, p. 460.

— Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 638.

mais si on les soumet à l'action de l'acide acétique, ils prennent l'apparence de cellules transparentes renfermant un gros noyau granuleux (1). On les désigne plus spécialement sous le nom de *corpuscules* ou *globules lymphatiques*, et ils ne paraissent pas différer des globules plasmiques que nous avons déjà eu l'occasion d'observer dans le sang (2). D'autres globules d'une petitesse extrême se trouvent mêlés aux précédents, et paraissent consister seulement en particules de graisse entourées d'une mince enveloppe de matière albuminoïde. Enfin, on reconnaît aussi d'ordinaire dans le plasma de la lymphe un nombre plus ou moins considérable de globules hématiques qui réunissent tous les caractères des globules rouges du sang.

On voit donc que sous le rapport morphologique, la lymphe

(1) Les globules plasmiques de la lymphe varient beaucoup en grandeur ; les plus petits semblent être en voie de développement, et se composent de granulations très fines qui entourent étroitement un noyau arrondi et un peu brillant. Chez ceux qui paraissent être plus avancés en âge, la portion périphérique et granuleuse est beaucoup plus épaisse. Par l'effet de l'évaporation, ainsi que par l'action de dissolutions salines concentrées, ils perdent une partie de leur eau de constitution et diminuent notablement de volume; souvent ils prennent alors une forme étoilée.

Chez l'Homme, ils ont, d'après M. Kölliker, de 0^{mm},005 ou 0^{mm},007 à 0^{mm},012, ou même un peu plus en diamètre (*a*).

Les recherches de M. Gulliver font voir qu'il n'existe aucune relation entre les variations qui s'observent dans la grandeur des globules hématiques du sang chez les divers Mammifères, et les caractères de ces globules lymphatiques chez les mêmes Animaux. Ainsi ce micrographe a constaté que ces corpuscules plasmiques sont presque aussi gros chez le Chevrotain que chez l'Homme. Il résulte aussi des observations de M. Gulliver, que les globules plasmiques de la lymphe sont en général un peu plus petits chez les Oiseaux que chez les Mammifères, tandis que chez la Grenouille leur volume est au contraire plus considérable (*b*).

M. Nasse a donné aussi les mesures micrométriques de ces globules chez divers Mammifères (*c*).

(2) Voyez tome I, page 72.

(*a*) Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 638.
(*b*) Voyez les notes que M. Gulliver a ajoutées à l'édition des *Œuvres* de Hewson publiée par la *Société Sydenham* de Londres (Hewson's *Works*, p. 244).
(*c*) Nasse, art. LYMPHE (Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*, 1844, t. II, p. 368).

ressemble singulièrement à du sang qui serait très pauvre en éléments organiques.

Les résultats fournis par l'analyse chimique viennent confirmer ce rapprochement.

Composition chimique.

Effectivement, la lymphe, de même que le sang, est de l'eau tenant en dissolution ou en suspension, de l'albumine, de la fibrine, des matières grasses et des matières salines. Elle donne aussi des réactions alcalines. Les sels qu'on en retire sont les mêmes que ceux du sérum du sang, et se trouvent associés entre eux dans les mêmes proportions que pour ce dernier liquide, ou dans des proportions qui n'en diffèrent que d'une manière insignifiante (1); mais ils sont mêlés à une moindre quantité de matières organiques. Enfin la quantité relative d'eau varie beaucoup, mais paraît être toujours supérieure à celle qui se trouve dans le sérum.

On en pourra juger par l'exemple suivant. M. Lassaigne, professeur de chimie à Alfort, a fait dernièrement l'analyse de la lymphe de Vache, recueillie dans des circonstances très favorables, et a trouvé dans ce liquide :

Eau	964,0
Albumine	28,0
Fibrine	0,9
Matières grasses	0,4
Chlorure de sodium	5,0
Carbonate, phosphate et sulfate de soude	1,2
Phosphate de chaux	0,5
	1000,0

Dans le liquide fourni par l'un des vaisseaux lymphatiques

(1) Ce fait a été nettement établi par les recherches de M. Nasse sur la lymphe du Cheval. Ce physiologiste a analysé comparativement du sérum et de la lymphe provenant du même individu, et il a obtenu les résultats suivants pour les sels à bases alcalines en dissolution dans ces deux liquides :

	Sérum.	Lymphe
Chlorures	4,055	4,123
Carbonates	1,150	1,135
Sulfates	0,311	0,233
Phosphates	0,115	0,120
	5,611	5,621 (a)

(a) Nasse, *Ueber die Bestandtheile der Lymphe* (Simon's *Beiträge zur physiol. und pathol. Chemie und Mikroscopie*, 1844, t. I, p. 456).

des membres abdominaux d'un Ane, M. Rees a trouvé aussi 96 centièmes d'eau (1), et dans un produit d'origine analogue provenant du pied d'un Cheval, M. Geiger a constaté l'existence de plus de 98 centièmes d'eau (2). Chez le Chien, M. Chevreul a rencontré une proportion un peu plus forte de matières solides (3). Enfin, chez l'Homme, la proportion d'eau paraît

La lymphe de Vache, dont j'ai rapporté l'analyse ci-dessus, a été obtenue à l'aide d'une fistule pratiquée par M. Colin ; elle paraissait être très pure, et l'animal était dans de bonnes conditions (*a*).

(1) Cette analyse donna :

Eau	965,36
Matières albumineuses	12,00
Fibrine	1,20
Matières extractives solubles dans l'alcool	2,40
Matières extractives solubles dans l'eau	13,19
Sels	5,85

Quelques traces de graisse (*b*).

(2) La lymphe de Cheval analysée par M. Geiger était fournie par un cas pathologique. Elle a donné :

Eau	983,7
Albumine	6,2
Fibrine	0,4
Matières extractives	2,7
Sels	7,0 (*c*)

De la lymphe du Cheval recueillie par M. Colin à l'aide d'une fistule établie au tronc cervical du côté droit a été analysée par M. Clément, et a donné :

Eau	957,208
Fibrine	0,511
Albumine	33,034
Matières grasses	0,287
Sels solubles	8,960

Quelques traces de fer.

Dans la lymphe des vaisseaux du cou d'un autre Cheval, M. Lassaigne a trouvé seulement 925 millièmes d'eau et beaucoup plus de matières protéiques, savoir : plus de 3 millièmes de fibrine et 57 millièmes d'albumine (*d*).

Dans deux analyses de la lymphe du Cheval faites plus anciennement par M. Gmelin, la proportion d'eau était moins considérable ; elle est descendue à 961, et, dans une analyse semblable faite par Emmert, elle n'était que de 960 pour 1000. La proportion de fibrine a varié entre 1,3 et 3 ; enfin, celle de l'albumine était de 14,8 dans un cas, et de 27,5 dans un autre (*e*).

(3) Ce chimiste a trouvé dans la lymphe retirée du canal thoracique

(*a*) Colin, *Physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 111.

(*b*) Rees, *On Chyle and Lymph* (*London Medical Gazette*, 1840, 1841, t. I, p. 547).

(*c*) Geiger, *Analyse von Lymphe* (*Archiv für physiologische Heilkunde*, 1846, t. V, p. 39).

(*d*) Colin, *Recherches expérimentales sur les fonctions du système lymphatique* (Mémoire inédit).

(*e*) Voyez Nasse, art. LYMPHE (Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*, t. II, p. 396).

varier entre 92 et 97 pour 100 (1), tandis que dans le sérum nous avons vu que la proportion normale de cette substance est de 90 pour 100 (2).

d'un Chien qu'on avait fait jeûner pendant deux jours :

Eau	926,4
Albumine	61,0
Fibrine	4,2
Chlorure de sodium	6,1
Carbonate de soude	1,8
Phosphates terreux, etc.	0,5 (a)

Une analyse qualitative faite par Bergmann s'accorde à peu près avec les résultats obtenus par M. Chevreul (b).

M. Collard de Martigny a obtenu par l'analyse de la lymphe recueillie de la même manière chez un Chien, après vingt-quatre heures d'abstinence :

Eau et sels	940
Albumine	57
Fibrine	3 (c)

(1) Voyez tome I, page 226.

(2) L'Héritier a analysé la lymphe trouvée dans le canal thoracique du cadavre d'un Homme qui n'avait pris aucun aliment pendant trente-six heures avant sa mort. Il y trouva :

Eau	934,3
Albumine	60,2
Fibrine	3,2
Matières grasses	3,1
Sels	8,2 (d)

Chez un Homme qui avait au pied une fistule lymphatique, le liquide épanché au dehors par cette voie contenait, suivant l'analyse faite par MM. Marchand et Colberg :

Eau	969,2
Albumine	4,3
Fibrine	5,2
Osmazôme	3,1
Matières grasses	2,5
Sels	12,1 (e)

Dans la lymphe fournie par une ouverture accidentelle des lymphatiques cutanés du pied chez une femme, MM. Quevenne et Gubler ont trouvé à deux époques différentes :

	PREMIÈRE ANALYSE.	DEUXIÈME ANALYSE.
Eau	939,87	934,77
Matières albuminoïdes, phosphates terreux, etc.	42,75	42,80
Fibrine	0,56	0,63
Sels, etc.	13,00	12,60

(a) Voyez Magendie, *Précis élémentaire de physiologie*, 1825, t. II, p. 192.

(b) Voyez Nasse, *Ueber die Lymphe* (*Zeitschrift für Physiologie* von Treviranus, 1833, t. V, p. 31).

(c) Collard de Martigny, *Recherches expérimentales sur les effets de l'abstinence*, etc. (*Journal de physiologie* de Magendie, 1828, t. VIII, p. 182).

(d) L'Héritier, *Traité de chimie pathologique*, p. 18.

(e) Marchand et Colberg, *Op. cit.* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1838, p. 133).

La fibrine, qui donne à la lymphe la propriété de se coaguler spontanément quand elle est sortie de l'organisme, se trouve souvent en aussi grande proportion dans ce liquide que dans le plasma du sang ; mais l'albumine est toujours beaucoup moins abondante, et paraît être associée à une plus forte proportion de soude (1). Il est aussi à noter que la lymphe proprement dite est d'ordinaire pauvre en matières grasses; mais, comme nous le verrons bientôt, elle en charrie beaucoup dans quelques parties du système, à la suite du travail digestif. Jusque dans ces derniers temps on n'avait pas signalé la présence de l'urée dans ce liquide; mais M. Würtz vient d'y découvrir une certaine quantité de cette substance (2). Enfin la lymphe contient aussi un peu de sucre (3).

§ 2. — D'après cet ensemble de faits, nous devons être portés à considérer la partie fluide de la lymphe comme étant du plasma du sang qui se serait échappé des capillaires du système cir- Origine de la lymphe.

Parmi les matières extractives mêlées aux sels, il y avait des traces de sucre (a).

Une analyse analogue, faite par M. Scherer, a donné :

Eau	957,60
Matières fixes	42,40
Albumine et matières extractives	34,72
Fibrine, etc.	0,37
Matières inorganiques	7,31 (b)

(1) M. H. Nasse a trouvé que les cendres fournies par l'albumine de la lymphe, préalablement épuisée par l'eau et par l'alcool, contenaient une proportion remarquablement élevée de carbonates alcalins (c).

La lymphe du Cheval étudiée par M. Geiger ne donnait pas de réaction alcaline, mais ne se coagulait pas par l'ébullition ; elle ne contenait pas de caséine, mais paraissait renfermer un albuminate basique de soude (d).

(2) M. Würtz a constaté dans le chyle d'un Taureau nourri de viande une très grande quantité d'urée (e).

(3) L'existence de la glycose dans la lymphe a été rendue très probable par les réactions que M. Krause a consta-

(a) Gubler et Quevenne, *Op. cit.* (*Gazette médicale*, 1854).

(b) Scherer, *Chemische Untersuchung menschlicher Lymphe* (*Verhandlungen der physicalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg*, 1857, t. VII, p. 268).

(c) Nasse, *Op. cit.* (Wagner's *Handwörterb. der Physiol.*, t. II, p. 401).

(d) Geiger, *Op. cit.* (*Arch. für physiol. Heilk.*, 1846, t. V, p. 39).

(e) Voyez Bérard, *Mémoire sur la formation physiologique du sucre dans l'économie animale* (*Gazette hebdomadaire de médecine*, 1857, t. IV, p. 350).

culatoire, et qui aurait perdu une partie notable de son albumine (1). Les globules hématiques que l'on y voit flotter doivent avoir la même origine. Mais il paraît en être tout autrement pour les globules plasmiques.

En effet, quand on observe la lymphe dans les parties radiculaires du système de vaisseaux où il coule de la profondeur des organes vers les affluents du cœur, on n'y aperçoit que peu ou point de ces grands globules blancs et arrondis, tandis que dans les parties centrales de cet appareil vasculaire, ils sont très nombreux (2). Ces organites semblent donc avoir été ajoutés au

tées en traitant ce liquide par la solution cuprique, et ce résultat, parfaitement d'accord avec les observations de MM. Gubler et Quevenne, a été confirmé par les recherches de M. Chauveau et de plusieurs autres physiologistes (*a*).

MM. Staedeler et Frerichs ont constaté aussi l'existence de la leucine dans la lymphe fournie par les ganglions mésentériques ; et, d'après les recherches plus récentes de M. Krause, cette substance paraîtrait exister aussi dans le liquide tiré des gros troncs lymphatiques du cou ; mais ce physiologiste n'a pu s'assurer parfaitement du fait (*b*).

(1) Pour mieux établir ce résultat, M. H. Nasse a fait d'une manière comparative l'analyse de la lymphe et du plasma du sang chez des Chevaux, et il a constaté que la proportion des matières organiques était beaucoup moins élevée dans le premier de ces liquides que dans le second ; que la lymphe était surtout très pauvre en matières grasses, mais qu'elle contenait un peu plus de matière extractive, et quelquefois aussi plus de fibrine que le plasma (*c*).

(2) Ainsi M. Kölliker, en observant la portion radiculaire des lymphatiques de la queue du Têtard, a vu ces conduits remplis d'un liquide clair comme de l'eau et presque toujours entièrement dépourvus de globules lymphatiques (*d*). Ce micrographe habile a constaté aussi que, dans les

(*a*) Krause, *Zur Physiologie der Lymphe* (*Zeitschrift für rationelle Medicin*, 1855, 2e série, t. VII, p. 153).
— Gubler et Quevenne, *Op. cit.* (*Gazette médicale*, 1854).
— Chauveau, *Sur la formation du sucre dans l'économie animale* (*Gazette hebdomadaire de médecine*, 1856, t. III, p. 709).
— Poiseuille et Lefort, *Note supplémentaire au Mémoire sur l'existence du glycose dans l'organisme animal* (*Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1858, t. XLVI, p. 677).
— Colin, *De l'origine du sucre contenu dans le chyle* (*Journal de physiologie* de Brown-Séquard, 1858, t. I, p. 539).

(*b*) F. T. Frerichs und G. Staedeler, *Ueber das Vorkommen von Leucin und Tyrosin im thierischen Organismus* (*Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich*, 1856, t. IV, p. 89).

(*c*) Nasse, art. LYMPHE (Wagner's *Handwörterbuch für Physiologie*, t. II, p. 400)

(*d*) Kölliker, *Note sur le développement des tissus chez les Batraciens* (*Ann. des sciences nat.*, 3e série, t. VI, p. 99).

plasma lymphatique, pendant le trajet que ce liquide parcourt pour se rendre du voisinage des capillaires sanguins jusque dans les canaux terminaux qui le versent dans les troncs veineux adjacents au cœur. Il paraît bien démontré que les vaisseaux à revêtement épithélique où la lymphe chemine de la sorte ne donnent naissance à aucun produit organisé de ce genre ; mais nous avons vu que chez l'Homme et les autres Mammifères, tous ces canaux, avant d'aboutir aux veines, traversent un ou plusieurs ganglions lymphatiques, et la comparaison du liquide avant et après son passage dans ces corps d'apparence glandulaire a conduit depuis longtemps les physiologistes à les considérer comme étant chargés de produire les globules propres de la lymphe. La coïncidence qui a été souvent remarquée entre l'hypertrophie des ganglions lymphatiques et la *leucocythémie*, ou abondance anormale des globules plasmiques dans le sang, est venue confirmer cette opinion ; car, ainsi que nous l'avons déjà vu, ces corpuscules blancs sont versés dans le torrent de la circulation par la lymphe (1). Jusque dans ces derniers temps, cependant, on manquait de preuves plus positives du rôle que les ganglions remplissent dans l'élaboration de cette humeur, mais ces preuves nous ont été fournies par les recherches des micrographes sur le contenu de ces organes glanduliformes.

J'ai dit, dans la dernière Leçon, que les aréoles de la portion corticale des ganglions lymphatiques sont remplies d'une substance granuleuse plus ou moins liquide. Or, l'examen micros-

radicules des vaisseaux lymphatiques du mésentère, en amont des ganglions, la lymphe mêlée de chyle ne présente qu'un très petit nombre de ces globules, et que souvent ceux-ci font même complétement défaut dans les très petits vaisseaux de cette partie, tandis que, dans les vaisseaux situés en aval des ganglions mésentériques, ces corpuscules sont assez nombreux (a).

(1) Voyez tome I, pages 79 et 354.

(a) Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 638.

copique de ce suc a fait voir qu'il se compose en grande partie de noyaux et de cellules qui paraissent être identiques avec les globules plasmiques de la lymphe, et la portion centrale de ces amas de corpuscules semble devoir être entraînée peu à peu par le courant qui traverse ces espaces caverneux pour gagner les vaisseaux efférents du ganglion (1).

(1) Hewson considérait les ganglions lymphatiques comme des glandes destinées à sécréter la lymphe, et la matière pultacée qui se trouve dans ces organes comme étant le résultat de ce travail. Pour lui, les vaisseaux efférents étaient des conduits excréteurs de ces glandes, et les globules formés par celles-ci devaient être entraînés par la lymphe, pour aller se mêler au sang; mais ses observations sur les caractères physiques de ces corpuscules étaient trop incomplètes pour donner quelque poids à cette hypothèse (*a*).

La comparaison attentive des éléments morphologiques de la lymphe et de ceux de la substance pulpeuse contenue dans les cavités celluleuses des ganglions a permis à M. Mandl de donner à cette hypothèse des bases plus solides. Ce physiologiste a vu que les granules les moins développées de la substance pulpeuse dont je viens de parler se trouvent dans le voisinage immédiat des parois de ces cavités, et qu'en s'avançant vers les espaces traversés par les courants de lymphe, ils deviennent de plus en plus semblables aux globules propres de ce dernier liquide. Il en conclut que les globules lymphatiques sont produits par la transformation des éléments du parenchyme des glandes ou ganglions lymphatiques, et que cette production est une véritable sécrétion (*b*).

Les observations microscopiques de M. Gulliver tendaient également à établir que les ganglions lymphatiques sont des organes producteurs des globules plasmiques de la lymphe (*c*).

Les résultats fournis par les recherches de MM. Bowman et Todd, sur la structure des ganglions lymphatiques chez quelques Mammifères inférieurs, s'accordent aussi très bien avec ce que j'ai dit ci-dessus. En effet, ces physiologistes ont vu que la couche épithélique qui tapisse les vaisseaux afférents de ces organes est remplacée, dans l'intérieur de ceux-ci, par une substance granuleuse, au milieu de laquelle ils ont reconnu beaucoup de globules qui ressemblaient de la manière la plus exacte aux globules plasmiques de la lymphe, et ils pensent qu'en devenant libres, ces produits constituent une partie de ces derniers corpuscules (*d*).

M. Virchow, en étudiant les altéra-

(*a*) Hewson, *Lymph. Syst.* (*Works*, p. 251 et suiv., et p. 270).
(*b*) Mandl, *Anatomie microscopique*, 1845, t. I, p. 232.
(*c*) Voyez Lane, art. *Lymphatic and Lacteal System* (Todd's *Cyclopædia of Anatomy and Physiology*, 1847, t. III, p. 219).
(*d*) Bowman et Todd, *The Physiological Anatomy of Man*, 1856, t. II, p. 275.

; ganglions paraissent donc être des organes chargés de ire une grande partie des globules plasmiques que la ıe charrie et verse dans le sang ; mais ce n'est pas unique- dans ces espèces de glandes vasculaires que ces cor- les prennent naissance. En effet, nous avons vu que ces

ıthologiques qui accompagnent lance anormale de globules dans le sang, avait été conduit, ıutres considérations, à penser s ganglions lymphatiques de- exercer une certaine influence ımatose (*a*). Enfin les recherches Bennett sur la leucocythémie nduit aussi ce physiologiste ıettre que les globules plas- ı de la lymphe naissent en dans les ganglions, et sont ues avec quelques-uns des cules dont se compose la ma- ulpeuse de la couche corticale organes; mais il considère la le thymus comme remplissant, e rapport, des fonctions ana- (*b*), opinion que nous exami- ı ailleurs.

n, ce sont surtout les observa- de M. Kölliker qui sont ve- onner un très grand degré de ılité à l'opinion annoncée ci- (*c*). Voici en quels termes ce r histologiste résume ses ob- ons à ce sujet. En s'appuyant s faits anatomiques constatés i-même, par M. Brücke et par M. Donders, relatifs à la structure des ganglions lymphatiques, il est arrivé à cette conclusion : « Que le tissu de la substance corticale doit être considéré comme le principal foyer où se forment les corpuscules lymphatiques, sans prétendre néanmoins que des éléments semblables ne puissent se produire également dans la substance médullaire. La structure des alvéoles de la substance corticale, ajoute M. Kölliker, est telle qu'elle produit un contact intime avec la lymphe et les nombreux vaisseaux sanguins de cette substance. Comme la pression sous laquelle circule le sang est plus considérable que celle qui pèse sur la lymphe, beaucoup d'éléments constituants du sang doivent s'épancher dans les espaces lymphatiques et se mêler à la lymphe ; comme d'ailleurs cette dernière se meut très lentement dans ce système de lacunes, on trouve réunies toutes les conditions favorables à une production de cellules. Dans ce phénomène, la transsudation qui se fait à travers les vaisseaux sanguins joue évidemment un rôle bien plus important que la lenteur de la

ırchow, *Zur pathologischen Physiologie des Blutes* (*Archiv für pathol. Anat. und Physiol.*, . I, p. 571).
oyez aussi du même auteur : *Die cellular Pathologie*, 1858, p. 151 et suiv.
. H. Bennett, *On the Function of the Spleen and other Lymphatic Glands as Secretors o*ı*d* (*Monthly Journ. of Medical Science*, 1852, t. XIV, p. 205).
ılliker, *Ueber den feineren Bau und die Functionen der Lymphdrüsen* (*Verhandlungen s.-med. Gesellschaft in Würzburg*, 1854, t. IV, p. 121). — *Notiz über das Vorkommen nphkörperchen in den Anfängen der Lymphgefässe* (*Zeitschr. für wissenschaftl. Zool.* . VII, p. 182).

organes n'existent pas chez tous les Vertébrés : les Batraciens et les Reptiles, de même que les Poissons, en sont privés ; et cependant, chez tous ces Animaux, on rencontre dans la lymphe un certain nombre de globules plasmiques (1). Il est aussi à remarquer que chez les Mammifères où les ganglions paraissent jouer un si grand rôle dans la production de ces corpuscules, la lymphe contient déjà des globules avant d'arriver à ces organes (2). Ainsi, tout tend à montrer que le travail physiologique dont la formation des globules plasmiques dépend n'est pas localisé d'une manière complète, et s'effectue dans les parties radiculaires de l'appareil lymphatique aussi bien que dans les ganglions. Or, nous avons vu que les aréoles interstitielles dont naissent les vaisseaux blancs présentent dans leur structure un caractère anatomique qui leur est commun avec les cavités de la substance corticale des ganglions ; elles sont dépourvues d'épithélium membraniforme, et elles paraissent

circulation lymphatique. Je suis d'avis que si cette transsudation était supprimée, la multiplication des corpuscules lymphatiques dans la glande serait très restreinte. Si l'on considère, en effet, que, prise dans des vaisseaux qui n'ont pas encore traversé de glandes, la lymphe se montre toujours très pauvre en corpuscules, qu'elle ait ou non franchi déjà un espace assez considérable ; qu'en second lieu la lymphe présente très peu de cellules chez les Animaux vertébrés qui n'ont point ou qui n'ont qu'un petit nombre de glandes lymphatiques, on acquerra la conviction que la lymphe est très peu susceptible de s'organiser par elle-même, quelle que soit l'étendue du trajet qu'elle a parcouru, et que la formation des cellules incolores dans les glandes lymphatiques dépend principalement de l'exsudation des éléments constituants du sang (*a*). »

(1) Ainsi, M. Leydig a vu ces globules ou cellules lymphatiques en très grand nombre dans les canaux de la lymphe qui se trouvent dans le voisinage du foie chez la Salamandre terrestre (*b*). M. Henle a constaté aussi leur existence chez la Grenouille (*c*).

(2) Nasse a observé des globules granulés dans la lymphe en amont des ganglions (*d*).

(*a*) Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 635.
(*b*) Leydig, *Lehrbuch der Histologie*, p. 450.
(*c*) Henle, *Traité d'anatomie générale*, t. I, p. 446.
(*d*) Nasse, art. LYMPHE (Wagner's *Handwörterbuch der Physiologie*, t. II, p. 368).

être limitées seulement par la substance conjonctive qui constitue aussi, comme nous le verrons plus tard, la membrane basilaire des surfaces sécrétantes en général, et qui y donne sans cesse naissance à de nouvelles générations de cellules assez comparables aux organites dont nous cherchons en ce moment l'origine.

Globules hématiques mêlés à la lymphe.

Je suis donc porté à croire que les globules plasmiques de la lymphe prennent naissance à la surface de toutes les parties du système lymphatique où la substance conjonctive circonvoisine est à nu et ne se revêt pas d'une couche adhérente de cellules, comme dans les portions essentiellement vasculaires de l'appareil où ces cellules constituent une tunique épithélique. Nous aurons à revenir sur cette question, lorsque nous étudierons le mode de formation des tissus utriculaires en général; mais il me paraît nécessaire d'ajouter ici que si la plupart des globules lymphatiques se développent sur place et ne se laissent entraîner par le courant qu'après avoir acquis, sinon leur volume définitif, au moins un mode de constitution assez stable (1), il en est d'autres qui subissent des changements considérables pendant qu'ils sont charriés par le plasma lymphatique, et se divisent de façon à se multiplier dans le sein de ce liquide (2).

Plusieurs physiologistes ont pensé que des globules hématiques, ou globules rouges du sang, prennent aussi naissance dans le système lymphatique, et plus particulièrement dans les

(1) Les gros globules plasmiques se rencontrent principalement dans les parties terminales, c'est-à-dire centrales du système lymphatique.

(2) M. Kölliker a été témoin de cette multiplication des globules lymphatiques par scissiparité, dans les vaisseaux mésentériques, chez le Chien, le Chat et le Lapin. Les grosses cellules s'allongeaient au point d'atteindre $0^{mm},14$ ou même $0^{mm},18$; leur noyau se divisait en deux, puis elles s'étranglaient de plus en plus vers le milieu, et finissaient par se séparer en deux moitiés. Les corpuscules qui sont en voie de se diviser de la sorte ne se rencontrent plus dans le canal thoracique (a).

(a) Kölliker, *Éléments d'histologie*, p. 639.

plasma ; mais je suis porté à croire qu'une portion considérable de cette matière albuminoïde plastique qui se trouve dans la lymphe ne provient pas de cette source, et que c'est au contraire ce dernier liquide qui verse dans le sang la majeure partie de la matière spontanément coagulable dont ce suc nourricier est chargé. La fibrine du plasma lymphatique me semble devoir prendre naissance, soit dans les cavités interstitielles qui séparent les deux systèmes vasculaires, soit à la surface des aréoles radiculaires des lymphatiques, là où la substance conjonctive est à nu et paraît engendrer aussi les globules plasmiques. En effet, lorsque dans un point quelconque de l'organisme, l'état dit inflammatoire se manifeste, on voit souvent ces tissus intermédiaires et les cavités qu'ils renferment se gorger d'un liquide coagulable qui est riche en fibrine. Si la fibrine ainsi déposée provenait du sang, son extravasation devrait tendre à diminuer la quantité de cette matière plastique contenue dans le fluide nourricier ; or, nous avons vu, au début de ce cours, qu'il en est autrement, et que toute inflammation locale est accompagnée d'une augmentation dans la quantité de fibrine charriée par le sang. Cette fibrine paraît donc se constituer sur place dans le tissu malade, et ce qui a lieu dans cet état pathologique me semble être seulement l'exagération de l'un des effets du travail nutritif ordinaire, qui, dans l'état normal, s'effectue dans les mêmes parties (1). Une portion de la fibrine qui naîtrait ainsi dans le voisinage immédiat des capillaires sanguins, ou même à la surface interne de ceux de ces canaux dont les parois sont dépourvues

(1) D'après quelques observations faites sur des Chevaux malades, M. Colin pense que la lymphe est aussi plus coagulable chez les individus atteints d'affections inflammatoires que dans l'état normal (a).

(a) Colin, *Recherches expérimentales sur les fonctions du système lymphatique* (Mémoire inédit).

d'épithélium, doit être entraînée par le sang veineux ; mais la plus grande partie me semble devoir se mêler à la lymphe, et concourir à la formation de la partie plasmique de ce suc, qui à son tour apporte cette fibrine dans le sang, où cette substance se détruit peu à peu, comme j'ai déjà eu l'occasion de le dire (1), et comme je le démontrerai plus complétement quand je traiterai des sécrétions.

Les expériences de M. Collard de Martigny, dont je parlais il y a quelques instants, viennent à l'appui de cette manière de voir. Quand un Animal est privé d'aliments, le travail nutritif n'en continue pas moins pendant un temps plus ou moins long, dans la profondeur de toutes les parties de l'économie ; seulement ce travail s'exerce alors sur la provision de matières nutritives qui se trouvait dans l'organisme et qui ne se renouvelle pas. Or, dans ces circonstances, M. Collard a vu que pendant plusieurs jours la proportion de fibrine contenue dans la lymphe ne diminuait pas, tandis que dans le sang cette matière devenait de moins en moins abondante (2).

Il est aussi à noter que cette addition de fibrine à la lymphe en circulation paraît être assez considérable dans les ganglions lymphatiques, car beaucoup de physiologistes ont remarqué que ce liquide, ainsi que le chyle, est plus coagulable après

(1) Voyez tome I, page 258 et suivantes.

(2) Dans les expériences dont il est ici question et dont j'ai déjà rendu compte (*a*), la lymphe est même devenue plus riche en fibrine pendant la première période de l'abstinence complète ; mais cela devait dépendre non pas d'une augmentation absolue de la quantité de cette substance contenue dans la masse du suc lymphatique, mais de la diminution de la quantité d'eau existant dans cette humeur comme dans les autres parties de l'organisme ; résultat qui devait nécessairement se produire, par suite des pertes dues à l'évaporation chez des Animaux que l'on privait de boisson aussi bien que d'aliments solides.

(*a*) Voyez ci-dessus, page 569, note.

son passage dans les ganglions mésentériques qu'avant son arrivée dans ces organes glandulaires (1).

Résumé. En résumé, il me paraît donc que la lymphe doit être considérée comme étant du sérum du sang fourni par les capillaires de l'appareil circulatoire, et enrichi de fibrine et de globules blancs pendant son passage dans les parties radiculaires du système lymphatique ou à travers les ganglions dont ce système est pourvu. Nous verrons plus tard que ce liquide, en passant dans quelques parties de ce même système, peut dans certaines circonstances se charger aussi d'une quantité considérable de graisse et d'autres matières, de façon à acquérir des propriétés particulières, et à constituer par exemple le suc connu des physiologistes sous le nom de *chyle;* mais, dans ce moment, nous devons négliger ces cas particuliers, pour ne nous occuper que de la lymphe en général, et, connaissant l'origine de ce produit, nous devons étudier maintenant sa marche dans l'organisme et le mécanisme à l'aide duquel il rentre dans le torrent de la circulation.

Avant d'aborder cette question, j'ajouterai cependant quelques mots à ce que j'ai déjà dit touchant le passage des liquides du système sanguin dans les canaux lymphatiques. Ce phénomène, comme on a dû le remarquer, offre une grande analogie avec la transsudation que nous avons vue produire l'épanchement d'une portion de la partie la plus aqueuse du sang dans les lacunes interorganiques; mais l'écoulement du sérum des capillaires sanguins dans les radicules du système lymphatique semble devoir s'effectuer à l'aide, sinon de canaux proprement

(1) Il est à regretter que l'on n'ait pas encore fait des recherches approfondies sur la composition comparative de la lymphe et du chyle avant et après le passage de ces liquides dans les ganglions. Quant aux observations relatives à l'augmentation de la quantité de fibrine par l'action de ces glandes, elles portent principalement sur le chyle, et nous y reviendrons quand nous étudierons d'une manière spéciale ce liquide.

dits, au moins d'interstices plus larges et plus faciles à traverser que ne le sont les voies irrégulières et détournées par lesquelles la sérosité suinte de ces mêmes capillaires dans les aréoles du tissu conjonctif, ainsi que dans les grandes cavités séreuses, ou chambres viscérales. Les moyens d'observation dont nous disposons ne permettent pas à nos yeux de distinguer ces passages, mais notre esprit les aperçoit, et les progrès de la science nous ramènent ainsi vers quelques-unes des idées introduites dans les sciences naturelles à une époque où les faits manquaient aux physiologistes pour établir à ce sujet des raisonnements solides. Boerhaave, et beaucoup d'autres médecins de la même école, en réfléchissant sur ce qui se passe dans notre organisme, avaient été conduits à penser que les branches terminales des artères devaient être en communication, non-seulement avec les racines capillaires des veines, mais aussi avec d'autres vaisseaux trop étroits pour livrer passage aux globules du sang, et aptes seulement à admettre dans leur intérieur du sérum ; que ces vaisseaux séreux devaient être de calibres différents, et qu'à raison de cette différence, les liquides auxquels ils livraient passage devaient varier ; enfin, que ces vaisseaux blancs allaient, les uns constituer les lymphatiques en se réunissant à la manière des veines, les autres déboucher dans les aréoles du tissu cellulaire, ou à la surface des membranes séreuses, et d'autres encore s'ouvrir dans les cavités sécrétoires (1). L'anatomie est venue montrer que des vaisseaux de ce genre n'existent pas, ou du moins sont impossibles à découvrir par les moyens d'investigation dont nous disposons, et ne semblent pas devoir exister ; mais si l'on substitue à l'hypothèse d'un système de tubes capillaires analogues aux vaisseaux sanguins des Animaux supérieurs, l'idée d'un système de lacunes intermoléculaires, ou d'aréoles microscopiques analogues à ces cavités

(1) Voyez ci-dessus, pages 529 et 530, note.

irrégulières et confluentes dont nous avons vu l'appareil irrigatoire se composer en totalité ou en partie chez les Animaux inférieurs, nous aurons, je crois, une notion juste du mode d'organisation de cette portion de la machine vivante. La vérité de cette théorie, toute mécanique, de la production de deux liquides distincts, la sérosité et la lymphe, aux dépens d'une seule et même humeur, le plasma du sang, ne me paraît pas pouvoir être démontrée dans l'état actuel de nos connaissances, mais elle réunit en sa faveur tant de probabilités, que je la présente avec confiance, et je suis persuadé que les découvertes futures en prouveront l'exactitude (1) ; mais dans un enseignement classique, on ne doit accorder que peu de place à de simples vues de l'esprit, et je me hâte de rentrer dans le domaine de l'observation directe.

Mouvement des liquides dans le système lymphatique.

§ 3. — La lymphe, comme je l'ai déjà dit, n'est pas stagnante dans les vaisseaux qui la renferment, mais coule de toutes les parties de l'organisme vers les gros troncs situés dans le voisinage du cœur, et se déverse ensuite dans l'appareil circulatoire : mais ce mouvement centripète n'est pas rapide comme celui du sang dans les veines, et la plupart de ces conduits, au lieu d'être complétement remplis de liquide comme les vaisseaux sanguins, sont toujours plus ou moins affaissés sur eux-mêmes. Quand on ouvre largement le canal thoracique, on voit la lymphe

(1) Je citerai, à l'appui de cette opinion, une expérience très intéressante faite par M. Brücke sur une Tortue (*Emys europæa*) vivante. Ayant poussé une quantité considérable d'air dans la veine sous-clavière, il vit le gaz se répandre dans les artères; il lia ensuite la veine et replaça le plastron sur les viscères. Trois jours après cette opération, l'Animal était encore vivant, et M. Brücke trouva que la presque totalité du plasma du sang était sortie de l'appareil circulatoire et accumulée dans le grand réservoir lymphatique ou citerne de Pecquet. Les globules rouges étaient restés dans les vaisseaux sanguins, mêlés à une petite quantité de plasma (a).

(a) Brucke, *An Essay on the Cause of the Coagulation of the Blood* (*British and Foreign Med. and Chirurg. Review*, 1857, t. XIX, p. 185).

s'épancher au dehors sous la forme d'une nappe; mais lorsqu'on pratique seulement une petite fente vers la partie terminale de ce tube, il en sort souvent un jet assez considérable. La force du courant est même si grande, que si on lie le canal thoracique, on voit le vaisseau se distendre beaucoup au-dessous du point oblitéré, et la poussée latérale de la lymphe devient parfois tellement considérable, que les parois du tube se rompent pour livrer passage au liquide (1). Du reste, nous ne savons encore que fort peu de chose sur les agents qui produisent ce mouvement de progression. Chez les Vertébrés inférieurs, où les lymphatiques ne possèdent pas de valvules, nous avons vu qu'il existe des réservoirs contractiles en communication avec ces vaisseaux (2), et l'action de ces espèces de pompes fou-

(1) Dans beaucoup de cas, la lymphe s'écoule d'un tronc dans un autre avec assez de facilité, pour que l'obstruction complète d'un de ces vaisseaux ne soit suivie que d'une augmentation médiocre dans la poussée du liquide en amont de l'obstacle. Ainsi, dans les expériences de M. Noll, sur la partie terminale du grand vaisseau lymphatique cervical du côté droit, l'oblitération du canal en aval du point d'application du tube manométrique n'a déterminé que très graduellement, dans la hauteur de la colonne de solution de carbonate de soude, une augmentation de 13 à 16 millimètres (a).

M. Colin a fait récemment de nouvelles expériences sur les effets de la ligature du canal thoracique, et il a constaté qu'après l'oblitération complète de la portion terminale de ce vaisseau, les liquides qui y arrivent peuvent souvent passer très facilement dans le tronc lymphatique du côté droit du cou, et de là dans les veines, tandis que d'autres fois ces communications ne sont pas suffisantes, et alors l'opération entraîne des conséquences très graves. Cela explique la grande discordance des résultats obtenus par divers expérimentateurs, quand ils faisaient la ligature du canal thoracique chez différents Animaux (b). Nous reviendrons sur ces expériences quand nous nous occuperons de l'absorption du chyle.

(2) Ces cœurs lymphatiques, ainsi que je l'ai déjà dit, sont pourvus de valvules qui garnissent leur entrée aussi bien que leurs orifices de sortie, et qui empêchent le reflux du liquide pressé par la contraction de leurs parois (c). A chaque mouvement de systole de ces organes, la lymphe contenue dans leur intérieur doit donc

(a) Noll, *Ueber den Lymphstrom* (*Zeitschr. für rationelle Medicin*, 1850, t. IX, p. 52).
(b) Colin, *Recherches expérimentales sur le système lymphatique* (Mémoire manuscrit).
(c) Voyez ci-dessus, page 460.

lantes suffit pour rendre compte du courant centripète; mais chez l'Homme et les autres Mammifères, il n'y a rien de semblable, et plusieurs forces paraissent être mises en jeu pour effectuer cette portion du travail irrigatoire (1).

La plupart des physiologistes attribuent principalement le cours de la lymphe à une force d'impulsion que ce liquide aurait reçue dès son entrée dans le système de vaisseaux où il

être poussée dans le système veineux. Ils battent d'une manière rhythmique, et Müller les a vus se contracter environ soixante fois par minute chez la Grenouille (*a*).

(1) M. Volkmann a fait diverses expériences sur les relations du système nerveux cérébro-spinal avec ces cœurs lymphatiques chez la Grenouille. Il a reconnu que les battements de ces organes cessent lorsqu'on coupe les racines antérieures des nerfs rachidiens correspondants, mais ne sont pas arrêtés par la section des racines postérieures ; ce qui tend à établir que ces contractions ne sont pas de l'ordre des mouvements sympathiques ou réflexes. Il a vu aussi que la destruction de l'encéphale et de la portion moyenne de la moelle épinière ne détermine pas l'arrêt des battements de ces réservoirs lymphatiques ; tandis que la destruction de la portion supérieure de cette partie du cordon rachidien paralyse les cœurs cervicaux, et celle de la portion postérieure du même centre nerveux fait cesser les pulsations dans les cœurs ischiatiques (*b*). Mais ce serait à tort que l'on considérerait ces organes musculaires comme tirant leur principe d'action des centres nerveux, car si on les rescise avec précaution, on les voit parfois continuer à battre pendant assez longtemps, après avoir été séparés du reste de l'organisme (*c*).

Les expériences de M. Heidenheim ne me paraissent pas infirmer cette conclusion : cependant elles tendent à établir que les mouvements rhythmiques des réservoirs lymphatiques sont coordonnés par l'action de la moelle épinière (*d*).

M. Schiff a fait aussi des expériences sur l'influence que le système cérébro-spinal exerce sur ces organes, et il a vu que la section des nerfs rachidiens de la dixième paire détermine un arrêt plus ou moins prolongé dans leur action ; que la section des nerfs rachidiens de la neuvième, de la huitième ou même de la septième paire produit souvent des effets analogues, mais moins marqués, et que ce repos est temporaire; enfin, que la destruc-

(*a*) Müller, *Manuel de physiologie*, t. I, p. 202.

(*b*) Volkmann, *Beitrag zur nähern Kenntniss der motorischen Nervenwirkungen* (Müller's *Arch. für Anat. und Physiol.*, 1845, p. 415 et suiv.).

(*c*) Valentin, *Grundriss der Physiologie*, p. 565.

(*d*) Heidenheim, *Disquisitiones de nervis organisque centralibus cordis, cordiumque Ranarum lymphaticorum, experimentis illustratæ*. Berlin, 1854.

s'avance. Il est facile de s'assurer que ce *vis a tergo* n'est pas une conséquence directe du mouvement circulatoire déterminé par le cœur, et l'on s'accorde assez généralement à penser que la progression de la lymphe est due à la puissance avec laquelle l'absorption s'effectue par les extrémités radiculaires du système lymphatique, c'est-à-dire à la pression exercée par les liquides qui pénètrent dans ces radicules, et qui pousseraient devant eux l'humeur préexistante dans ces mêmes tubes (1); mais jusqu'ici nous ne savons que fort peu de chose sur la puissance mécanique engendrée de la sorte, et quoi qu'il en soit à cet égard, il me semble évident que le courant dont les vaisseaux lymphatiques sont le siége dépend, au moins en grande partie, d'autres causes.

Contractions des vaisseaux lymphatiques.

En effet, on sait depuis longtemps que les vaisseaux lymphatiques se resserrent et se vident spontanément, quand, à l'aide d'une ligature ou par tout autre moyen, on empêche de nou-

tion de la moelle allongée est suivie d'une accélération dans les pulsations de ces mêmes poches lymphatiques (*a*).

M. Hyrtl a constaté que la destruction de la moelle épinière ne modifie pas notablement l'action du cœur lymphatique caudal de l'Anguille (*b*).

(1) Quelques physiologistes ont pensé que la progression de la lymphe, comme celle du sang dans les veines, était déterminée par l'impulsion donnée au liquide nourricier par les contractions du cœur (*c*) ; mais les communications entre les branches terminales des artères et les racines des lymphatiques ne sont ni assez larges, ni assez directes pour que la poussée latérale du sang dans le système circulatoire puisse être la cause principale du cours de la lymphe dans les vaisseaux blancs.

On sait, d'ailleurs, par les expériences de M. Krause, que la grandeur de cette poussée n'influe que peu sur la pression sous laquelle ce dernier liquide se meut. Ainsi, la ligature des artères carotides ne détermine pas une diminution notable de cette pression dans les troncs lymphatiques cervicaux (*d*).

(*a*) Schiff, *Vorläufige Bemerkungen über den Einfluss der Nerven auf die Bewegung der Lymphherzen* (*Zeitschr. für rationelle Medicin*, 1850, t. IX, p. 259).

(*b*) Hyrtl, *Sur les sinus caudal et céphalique des Poissons* (*Ann. des sciences nat.*, 1843, • série, t. XX, p. 215).

(*c*) Bryan, *On the Physiology of the Lacteal System* (*The Lancet*, 1845, t. I, p. 469).

(*d*) Krause, *Zur Physiologie der Lymphe* (*Zeitschr. für rationelle Medicin*, 1855, t. VII, p. 148).

velles quantités de liquides d'y affluer. Or, la colonne de fluide qui se déplace ainsi se trouve soustraite à la poussée centripète qui serait due à l'absorption dont les parties périphériques du système peuvent être le siége ou à toute autre force développée en amont de l'obstacle ainsi créé : et ce resserrement, qui se manifeste en aval de cet obstacle, n'est pas déterminé seulement par l'élasticité des parois vasculaires ; car ce phénomène ne se produit pas de même sur le cadavre (1), et, ainsi que je l'ai déjà dit, les parois de ces vaisseaux sont douées d'une sorte d'irritabilité musculaire. Les mouvements qui s'y effectuent sont lents et de l'ordre de ceux que j'ai décrits sous le nom de *contractions toniques*, lorsque j'ai traité des propriétés physiologiques des vaisseaux sanguins ; mais on peut les exciter à l'aide du galvanisme (2), et chaque fois qu'ils se manifestent, ils doivent contribuer à pousser la lymphe vers la région

(1) Ainsi MM. Tiedemann et Gmelin ont remarqué que lorsque après avoir lié un tronc lymphatique chez un Animal vivant, on y fait une ponction, le liquide contenu dans ce vaisseau s'en échappe en formant souvent un jet assez fort ; mais que, après la mort, il n'en sort que goutte à goutte (a). M. Valentin a vu aussi que, par le contact de l'air et de divers autres stimulants, les lymphatiques du mésentère se resserrent au point de diminuer de moitié en diamètre ou même davantage, et il compare ces effets à ceux résultant de l'action des parois des veines (b).

(2) L'existence de cette propriété dans les vaisseaux lymphatiques a été annoncée par Schreger, vers la fin du siècle dernier, mais révoquée en doute par la plupart des physiologistes jusque dans ces derniers temps. Dans la Leçon précédente, j'ai rendu compte des principaux faits qui tendent à établir que ces organes vasculaires sont doués de contractilité (c) ; mais j'ajouterai ici de nouvelles preuves de l'existence de cette propriété dans les parois du canal thoracique chez l'Homme.

En faisant des expériences sur le cadavre de deux criminels qu'on venait d'exécuter, MM. Dittrich, Gerlach et Herz d'Erlangen (d) ont constaté que, par la galvanisation, on peut ex-

(a) Tiedemann et Gmelin, *Recherches sur la route que prennent diverses substances pour passer de l'estomac dans le sang*, p. 4.

(b) Valentin, *Ueber das Gewebe des Ductus thoracicus und der Lymphgefässe* (*Repertorium für Anat. und Physiol.*, 1837, t. II, p. 242).

(c) Voyez ci-dessus, page 510.

(d) Dittrich, Gerlach und Herz, *Anatomische und physiologische Versuche an den Leichen von zwei Hingerichteten* (*Prager Vierteljahrschr. für die prakt. Heilk.*, 1851, t. XXXI, p. 72).

cardiaque. En effet, nous avons vu que dans ces vaisseaux, de même que dans les veines, il existe une multitude de valvules dont la disposition est telle que le reflux de ce liquide est impossible, et que toute pression exercée sur un point quelconque de la colonne fluide renfermée entre deux de ces espèces d'écluses doit tendre à classer celle-ci des branches vers les troncs terminaux du système. Il est probable que des contractions de ce genre se produisent de temps à autre sur divers lymphatiques, et contribuent à établir un courant dans leur intérieur; mais je dois ajouter que jusqu'ici les observateurs n'ont été que très rarement témoins de mouvements de cette nature; que chez la plupart des Mammifères on n'a jamais vu de battements rhythmiques dans ces vaisseaux (1), et qu'on ne sait rien de positif sur la manière dont la contractilité propre de ces tubes intervient dans le mécanisme de la progression de la lymphe (2).

citer des contractions dans le canal thoracique.

MM. Kölliker et Virchow ont observé les mêmes effets, mais à un moindre degré (*a*).

(1) Mojon a cru avoir vu un mouvement péristaltique dans les lymphatiques du mésentère (*b*); mais cette observation a été infirmée par les recherches multipliées de presque tous les physiologistes qui se sont occupés d'un sujet analogue (*c*); et jusque dans ces derniers temps je ne connaissais aucun exemple bien avéré de mouvements rhythmiques, ou même de contractions qui se répéteraient à de courts intervalles dans les parois des lymphatiques d'un Mammifère quelconque. Mais, ainsi que je l'ai déjà dit, M. Colin vient de constater des phénomènes de cet ordre chez le Bœuf (*d*).

(2) J. Müller et Schwann ont cherché si les lymphatiques ne seraient pas pourvus de cils vibratiles dont l'action concourrait à déterminer les courants centripètes dont ces vaisseaux sont le siége, mais ils n'ont pu apercevoir aucun indice d'organes de ce genre (*e*).

(*a*) Kölliker und Virchow, *Ueber einige an der Leiche eines Hingerichteten angestellte Versuche und Beobachtungen* (*Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft in Würzburg*, 1850, t. I, p. 319).

(*b*) Müller, *Manuel de physiologie*, trad. par Jourdan, t. I, p. 212.

(*c*) Voyez Breschet et Roussel de Vauzème, *Recherches sur les appareils tégumentaires des Animaux* (*Ann. des sciences nat.*, 1834, 2e série, t. II, p. 230).

(*d*) Voyez ci-dessus, page 511.

(*e*) Müller, *Manuel de physiologie*, trad. par Jourdan, t. I, p. 212.

et les autres parties du système lymphatique. En effet, chaque fois qu'une artère, en se dilatant ou en changeant de position, presse sur le vaisseau lymphatique voisin, elle doit produire sur celui-ci un effet analogue à celui qui résulterait de la contraction intermittente de ce vaisseau lui-même; et l'on peut s'expliquer de la sorte l'utilité de la disposition de la portion terminale du canal thoracique que nous avons vue contourner les troncs artériels adjacents, et quelquefois même les embrasser. Mais la pression intermittente développée de la sorte est en général trop faible pour influer notablement sur le cours de la lymphe (1).

Les mouvements respiratoires exercent une influence beaucoup plus grande, sur la progression de ce liquide et concourent à produire le même résultat, soit que le thorax se dilate, soit qu'il se contracte. Dans l'inspiration, une pression négative s'établit autour de la portion sus-diaphragmatique du canal thoracique, et tend à y faire affluer la lymphe contenue dans la portion abdominale de ce tube et dans ses branches latérales. Le mouvement du liquide des parties périphériques du système vers ce canal terminal se trouve donc accéléré chaque fois que le thorax se dilate; puis, quand cette cavité se contracte pour chasser l'air des poumons, le vaisseau qui vient de se gorger de lymphe se trouve comprimé; les valvules qui en occupent la portion périphérique ne laissent pas refluer le liquide, et celui-ci ne peut s'en échapper qu'en s'avançant vers la veine

Influence des mouvements du thorax.

(1) Haller attribuait une grande importance aux effets produits sur le canal thoracique par les battements de l'aorte, et il pensait que vraisemblablement l'insertion de ce conduit du côté gauche était déterminée en vue des chocs que ce vaisseau doit subir dans le point où il est obligé de croiser la direction de cette artère près de la base du cou (a). Cruikshank généralisa ces conclusions, mais sans y attacher une grande valeur (b).

(a) Haller, *Elementa physiologiæ*, t. VII, p. 237.
(b) Cruikshank, *Anat. des vaisseaux lymphatiques*, p. 127.

sous-clavière et en s'y déversant. Aussi, quand on met à nu la portion terminale du canal thoracique dans la région cervicale, la voit-on se gonfler chaque fois que l'Animal fait une expiration profonde; et lorsque après avoir lié l'embouchure de ce vaisseau, on pratique en amont de l'obstacle une petite ouverture, l'effet des contractions du thorax devient encore plus sensible, car alors on voit souvent, à chaque mouvement de ce genre, le jet grandir, ou bien la colonne liquide s'élever dans le tube manométrique, si l'on ajoute un de ces instruments à l'orifice du tronc lymphatique. M. Colin, à qui l'on doit beaucoup d'expériences intéressantes sur la progression de la lymphe, a très bien constaté ces faits, et il a vu que l'accélération du courant est d'autant plus grande, que la respiration est plus laborieuse (1).

Vitesse du courant lymphatique.

§ 5. — D'après diverses expériences dans lesquelles on avait ouvert largement la poitrine pour observer sur des Animaux vivants le cours de la lymphe dans le canal thoracique, on pensait généralement, jusque dans ces derniers temps, que le mouvement de progression de ce liquide de la périphérie de l'organisme vers les gros troncs veineux voisins du cœur était extrêmement lent, et que cette humeur n'était versée, pour ainsi dire, que goutte à goutte dans le torrent de la circulation. Mais les observations faites depuis quelques années dans des circonstances moins anormales montrent qu'il en est tout autrement, et que la quantité de lymphe qui va ainsi sans cesse

(1) Dans les expériences faites par M. Colin, sur les Chevaux et d'autres grands Mammifères, la sortie de la lymphe était souvent rendue saccadée par les mouvements respiratoires, et ce physiologiste a pu observer dans la portion cervicale du canal thoracique une série de pulsations parfaitement synchroniques avec les efforts d'expiration. En plaçant un tube vertical dans ce vaisseau, il a vu aussi le liquide s'élever à chaque mouvement d'expiration et s'abaisser pendant les inspirations (a).

(a) Colin, *Traité de physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 90.

se mêler au sang est en réalité fort grande. Elle s'accroît beaucoup à la suite de la digestion, comme nous le verrons bientôt; mais dans tous les temps elle est considérable. Pour s'en convaincre, il suffit d'ouvrir le canal thoracique à la base du cou, et d'y placer une canule de façon à établir dans ce point une fistule lymphatique qui débouche à l'extérieur. M. Colin a fait souvent cette expérience à l'École vétérinaire d'Alfort, et a vu que, chez le Cheval, il s'écoulait ainsi au dehors plus d'un demi-kilogramme de lymphe par heure, et quelquefois même plus du double de cette quantité. Chez le Bœuf, le courant est plus rapide, et une seule des branches terminales du canal thoracique a fourni parfois près de 2 kilogrammes de lymphe par heure, ou même davantage. Chez une jeune Vache, où la totalité de la lymphe et du chyle s'écoulait au dehors, on a recueilli environ 30 litres de ces liquides dans l'espace de vingt-quatre heures, et chez un autre Animal de la même espèce, dont la croissance était terminée, M. Colin a obtenu de la sorte 95 litres de ce mélange, dans le même espace de temps (1).

(1) Dans une première expérience faite sur un Cheval âgé de dix ans, l'écoulement de la lymphe plus ou moins mêlée de chyle, par une fistule du canal thoracique, a donné en douze heures environ 11 kilogrammes de liquide, et la quantité a varié entre 685 et 1235 grammes par heure. Dans une autre expérience semblable, les produits de l'écoulement ont varié entre 272 et 1060 grammes par heure (*a*) ; enfin, sur un troisième Cheval la fistule a donné en six heures 10,552 grammes de liquide, et les variations horaires ont été entre 2107 et 1105 grammes par heure (*b*).

On trouve, dans l'ouvrage de M. Colin sur la physiologie des Animaux domestiques, beaucoup de détails intéressants relatifs aux expériences sur les bêtes bovines citées ci-dessus, et, dans un Mémoire encore inédit, présenté à l'Académie des sciences en 1858, cet auteur a donné les résultats fournis par de nouvelles recherches sur le même sujet. Un Taureau du poids de 258 kilogrammes lui a fourni en vingt-quatre heures 21 kilogrammes de lymphe. Un autre individu du poids de 260 kilogrammes en donna dans le même espace de temps 26 864 grammes. Un troisième Tau-

(*a*) Colin, *Physiologie comparée des Animaux domestiques*, t. II, p. 101.

(*b*) Colin, *Recherches expérimentales sur les fonctions du système lymphatique* (Mémoire inédit).

M. Krause a fait sur des Chiens quelques expériences analogues, et en opérant non sur le canal thoracique, mais sur le grand tronc correspondant qui se trouve du côté droit du cou, il a obtenu un écoulement de lymphe sans mélange de chyle. Les produits étaient donc moins abondants que dans les cas dont je viens de parler; mais, d'après les résultats partiels obtenus de la sorte, ce physiologiste a cru devoir évaluer le poids du liquide ramené par les lymphatiques des diverses parties de l'organisme, dans l'espace de vingt-quatre heures, à plus du tiers du poids total du corps de l'Animal (1).

Nous étudierons plus tard les effets que ces pertes déter-

reau, du poids de 227 kilogrammes, donna en vingt-quatre heures 30 142 grammes de lymphe mêlée de chyle. Une Vache pesant 480 kilogrammes donna en douze heures 47693 gram. de ces liquides, ce qui correspond à plus de 95 kilogram. en vingt-quatre heures. Enfin, chez un Bélier, l'écoulement fut dans la proportion de 5844 grammes en vingt-quatre heures, et chez un Chien, de 1 912 grammes pendant le même espace de temps.

(1) Dans les expériences de M. Krause une canule fut introduite dans le tronc lymphatique cervical du côté droit, de façon à faire écouler au dehors la lymphe provenant de la moitié correspondante de la tête et du cou. La quantité de liquide recueillie de la sorte, de quart d'heure en quart d'heure, fut pesée, et comparée au poids de la tête de l'Animal, après la mort de celui-ci. Dans une première expérience, M. Krause obtint sur un Chien du poids de 14kil,5, dont la tête pesait 1930 grammes, près de 24gr,5 de lymphe, et c'est en calculant d'après ces données, qu'il estime à 406 grammes la quantité de lymphe que les vaisseaux d'une moitié de la tête doivent verser dans le torrent de la circulation en vingt-quatre heures; puis, admettant que la proportion entre le poids des parties qui fournissent la lymphe et la quantité de ce liquide doit être partout la même, il arrive à cette conclusion, que le Chien, pesant environ 15 kilogrammes, a dû fournir en vingt-quatre heures 6 kilogrammes de lymphe. Dans une seconde expérience, la proportion de lymphe, calculée de la même manière, était de 583 grammes pour 1 kilogramme de poids vif. Enfin, dans d'autres expériences semblables, cette proportion varia entre 246 et 638 millièmes du poids vif (a).

Quelques expériences faites précédemment sur des Chats et des Chiens, par M. Bidder, avaient conduit ce physiologiste à évaluer à 1/4 ou 1/6 du poids total du corps la quantité de

(a) W. Krause, *Zur Physiologie der Lymphe* (*Zeitschrift für rationelle Medicin*, 1855, 2e série, t. VII, p. 148).

minent sur l'organisme; en ce moment, je n'en parle que pour montrer combien doit être grande la quantité des liquides qui, transportés dans la partie périphérique de l'appareil circulatoire par les artères, s'échappent des capillaires pour passer dans les lymphatiques, et revenir, par l'intermédiaire de ces vaisseaux, vers la portion centrale du système irrigatoire, où ils se mêlent de nouveau au courant sanguin (1).

§ 6. — Du reste, les liquides que les lymphatiques versent dans les veines centrales, de même que les liquides rapportés au cœur par le système veineux, ne proviennent pas exclusivement du courant irrigatoire centrifuge dont les artères sont le siége; ils ramassent, chemin faisant, des produits prove-

lymphe et de chyle qui traverse le système lymphatique dans l'espace de vingt-quatre heures (*a*).

Enfin, dans les expériences déjà citées de M. Colin, la proportion entre le poids du corps et la quantité de liquide fourni par des fistules lymphatiques dans l'espace de vingt-quatre heures a varié beaucoup. Chez un Taureau, elle n'était que de 35 grammes pour 1 kilogramme de poids vif; dans un second individu de même espèce, elle s'est trouvée être de $\frac{64}{1000}$; mais dans deux autres expériences faites sur des Animaux de même espèce, elle s'est élevée à environ $\frac{164}{1000}$. Chez une Vache, cette quantité a été même de 192 grammes par kilogramme du poids de l'organisme. Enfin, dans une expérience unique faite sur le Chien, elle était de $\frac{52}{1000}$. On voit donc que les variations à cet égard sont très considérables (*b*).

(1) Une certaine quantité des liquides contenus dans les lymphatiques ne doit pas arriver jusque dans les veines, et doit s'épancher dans les cavités circonvoisines, en filtrant à travers les parois de ces vaisseaux, comme cela a lieu pour le sérum du sang. La lymphe doit par conséquent contribuer à la formation de la sérosité interorganique; mais nous ne connaissons aucun fait qui puisse nous faire bien juger du degré d'importance de cette transsudation. Je suis cependant porté à croire qu'elle ne doit pas donner des résultats considérables, car on connaît plusieurs cas dans lesquels les vaisseaux lymphatiques ont été trouvés dans un état de dilatation énorme, sans que cette altération ait été accompagnée de symptômes d'hydropisie, et d'ailleurs la poussée latérale de la lymphe est très faible.

(*a*) Bidder, *Versuche zur Bestimmung der Chylusmenge, die durch den Ductus thoracicus dem Blute zugeführt wird* (Müller's *Archiv für Anat. und Physiol.*, 1845, p. 46).

(*b*) Colin, *Recherches expérimentales sur les fonctions du système lymphatique* (Mémoire inédit).

ADDITIONS ET CORRECTIONS.

TRENTE-DEUXIÈME LEÇON.

Page 63, ligne 17, ajoutez :

M. Vierordt vient de publier de nouvelles observations sur la fréquence du pouls chez divers Animaux. Pour compter les battements du cœur, il a fait usage de l'auscultation, et il a reconnu ainsi que, chez les petites espèces, la fréquence de ces mouvements est beaucoup plus grande qu'on ne le pensait (*a*). Chez un jeune Écureuil, il a compté jusqu'à 430 pulsations par minute. On trouvera ci-dessous les résultats numériques de ces recherches.

Page 118, ligne 4, ajoutez :

D'après les recherches de M. Poiseuille, la pression du sang dans le ventricule droit du cœur serait même beaucoup plus faible (*b*).

Page 142, Whytt, *Physiological Essays*, lisez : *An account of Experiments made with Opium on living and dying Animals* (*Works*, p. 310 et suiv., 1768).

TRENTE-SEPTIÈME LEÇON.

Page 300, ligne 18, ajoutez :

Il paraît, d'après les observations récentes de M. Vierordt, que chez le Hérisson l'appareil valvulaire des veines est si incomplet, que le reflux du sang est facile dans ces vaisseaux (*c*). Il serait intéressant de chercher si une disposition analogue du système circulatoire existe chez les autres Mammifères hibernants.

(*a*) Vierordt, *Das Abhängigkeitsgesetz der mittleren Kreislaufszeiten von den mittleren Pulsfrequenzen der Thierarten* (*Archiv für physiologische Heilkunde*, 1858, t. XVII, p. 527).

(*b*) M. Poiseuille évalue cette pression à $\frac{1}{5}$ ou $\frac{1}{10}$ de celle exercée par le ventricule gauche. Il a fait ses expériences sur le Chien et le Cheval, et les a indiquées brièvement dans une *Notice sur ses travaux* (page 6) comme ayant été communiquées à la Société philomatique, le 11 décembre 1841 ; mais je regrette de n'en trouver aucune mention ni dans les extraits des procès-verbaux des séances de cette Société publiés par elle-même (*Société philomatique de Paris*, extrait des procès-verbaux des séances pendant l'année 1841, in-8, Paris, 1841), ni dans le *Journal de l'Institut*, qui rend habituellement compte de ses travaux.

(*c*) Vierordt, *Op. cit.* (*Archiv für physiol. Heilk.*, 1858, t. XVII, p. 532).

totale de sang mis en mouvement dans l'organisme, et chez les Mammifères ce rapport serait dans la proportion de 1 à 29 (*a*). La généralisation de ces résultats ajoute beaucoup à leur importance.

Page 381, dernière ligne, au lieu de : la quantité moyenne de sang contenu dans la totalité du système vasculaire est une fraction à peu près constante du poids de l'organisme, savoir : $\frac{1}{333}$, lisez, savoir : $\frac{1}{13}$.

Page 426, note, ajoutez :

Du reste, en traitant de l'endosmose, j'aurai à revenir sur cet ordre de faits. J'exposerai alors des travaux de MM. Brücke et Ludwig relativement à l'influence des actions capillaires sur la composition des mélanges liquides qui traversent les membranes animales, et je me bornerai à ajouter ici que les vues de ces physiologistes à ce sujet sont tout à fait d'accord avec ce qui a été dit dans cette Leçon.

Page 429, notes, ligne 6 :

J'ajouterai qu'on doit aussi à M. Cima des expériences intéressantes sur la filtration des liquides au travers des membranes animales. Ce physicien a vu que la pression nécessaire pour déterminer la transsudation varie avec la nature des liquides et des tissus ; qu'avec le péritoine du Veau, par exemple, l'eau passe sous une pression de 4 pouces de ce liquide, tandis qu'une dissolution saturée de sel commun ne passe que sous une pression de 8 à 10 pouces de cette même dissolution. Avec le péritoine du Bœuf, la filtration de l'eau nécessite une pression de 8 à 10 pouces de mercure, et avec la vessie de Bœuf la transsudation ne s'opère que sous l'influence d'une pression encore plus considérable ; dans ce dernier cas, le passage de la dissolution saline n'a lieu que sous une pression de 18 à 20 pouces de mercure. M. Cima a trouvé aussi que la force nécessaire pour déterminer cette filtration avec une rapidité égale était beaucoup moins grande quand le liquide était en contact avec la surface interne de la membrane que dans le cas où le courant devait s'établir en sens inverse. Enfin il a remarqué que cette filtration exerçait une certaine influence sur la densité des mélanges employés dans ses expériences (*b*).

(*a*) Vierordt, *Op. cit.* (*Archiv. für physiol. Heilkunde*, 1858, t. XVII, p. 539 et suiv.).

(*b*) Cima, *Sull' evaporazione e la transudazione dei liquidi attraverso le membrane animali* (*Mem. della Acad. delle scienze di Torino*, 1853, 2ᵉ série, t. XIII, p. 267).

FIN DU TOME QUATRIÈME.

TABLE SOMMAIRE DES MATIÈRES

DU TOME QUATRIÈME.

TRENTE ET UNIÈME LEÇON.

TRENTE-DEUXIÈME LEÇON.

TRENTE-TROISIÈME LEÇON.

TRENTE-QUATRIÈME LEÇON.

TRENTE-CINQUIÈME LEÇON.

TRENTE-SIXIÈME LEÇON.

TRENTE-SEPTIÈME LEÇON.

ANTIEME LEÇON.

QUARANTE ET UNIÈME LEÇON

QUARANTE-DEUXIÈME LEÇON



